

ARCHIV
FÜR DIE GESCHICHTE
DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN

Dr. OTTO APPEL-Dahlem (Berlin); Prof. Dr. A. BAUER-Wien; Prof. Dr. L. BECK-Biebrich a. Rh.; Prof. Dr. FRIEDRICH BERWRETH-Wien; Prof. Dr. HUGO BLÜMNER-Zürich; J. BOSCHA-Haarlem, Sekretär der Holländ. Gesellschaft d. Wissenschaften; Ingenieur Dr. HJALMAR BRAUNE-Stockhom; Dr. HUGO BRETZL-Straßburg; Prof. Dr. KARL VON BUCHKA-Berlin; Prof. Dr. ERNST COHEN-Utrecht; Prof. Dr. L. DARMSTÄDTER-Berlin; Dozent Dr. DEUSSEN-Leipzig; Dr. PAUL DORVEAUX-Paris. Prof. Dr. DUHEM-Bordeaux; Doz. Dr. RICHARD EHRENFELD-Brünn; Prof. Dr. PAUL EHRLICH-Frankfurt a. M.; Dr. JULIUS EPHRAIM-Berlin; Prof. Dr. H. ERDMANN-Charlottenburg; Prof. Dr. ANTONIO FAVARO-Padua; Prof. JOHN FERGUSON-Glasgow; Prof. Dr. EMIL FISCHER-Berlin; Prof. Dr. E. GERLAND-Claustal; Prof. Dr. ERNST GOLDBECK-Berlin; Prof. Dr. ICILIO GUARESCHI-Turin; Prof. Dr. SIEGMUND GÜNTHER-München; Prof. Dr. JOH. LUD. HEIBERG-Kopenhagen; Prof. Dr. FERDINAND HENRICH-Erlangen; Prof. Dr. HIORTDAHL-Kristiania; Prof. Dr. EDVARD IMANUEL HJELT-Hesingfors; Prof. Dr. ARNOLD JACOBI-Dresden; Prof. Dr. SOPHUS M. JÖRGENSEN-Kopenhagen; Prof. Dr. O. KELLER-Prag; Prof. J. KLUG-Nürnberg; Prof. Dr. RUDOLF KOBERT-Rostock; Dr. BERTHOLD LAUFER-New York; Prof. Dr. EDMUND VON LIPPMANN-Halle; Doz. Dr. GEORG LOCKEMANN-Charlottenburg; Prof. Dr. GINO LORIA-Genua; Prof. Dr. WALTHER MAY-Karlsruhe; Prof. Dr. F. MENTRÉ-Verneuil; Prof. Dr. ERNST VON MEYER-Dresden; Dr. ALBERT NEUBURGER-Berlin; Prof. Dr. B. NEUMANN-Darmstadt; Prof. Dr. WILHELM OSTWALD-Großbothen bei Leipzig; Prof. Dr. O. PENZIG-Genua; Prof. Dr. ERICH PERNICE-Greifswald; HERMANN PETERS-Hannover; Prof. Dr. J. POSKE-Friedenau (Berlin); Prof. Dr. B. RASSOW-Leipzig; Prof. Dr. S. RATHGEN-Friedenau (Berlin); Prof. Dr. O. A. RHOUSOPOULOS-Athen; Dr. O. ROSENHEIM-London; Prof. Dr. RUSKA-Heidelberg; Oberst z. D. C. SCHAEFER-Berlin; HERMANN SCHELENZ-Kassel; Prof. Dr. MAX C. P. SCHMIDT-Berlin; Prof. Dr. HERMANN STADLER-München; Dozent Dr. FRANZ STRUNZ-Wien; Prof. Dr. KARL SUDHOFF-Leipzig; Prof. Dr. E. E. TREPTOW-Freiberg i. S.; Prof. Dr. G. VAILATI-Rom; Prof. Dr. FRANCIS P. VENABLE-Chapel Hill U. S. A.; Prof. Dr. P. WALDEN-Riga; Prof. Dr. MAX WELLMANN-Potsdam; Prof. Dr. O. N. WITT-Westend (Berlin); Prof. Dr. EILHART WIEDEMANN-Erlangen; Dr. EMIL WOHLWILL-Hamburg; Prof Dr. H. G. ZEUTHEN-Kopenhagen.

HERAUSGEGEBEN VON

KARL VON BUCHKA
BERLIN

HERMANN STADLER
MÜNCHEN

KARL SUDHOFF
LEIPZIG



ERSTER BAND

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1909



Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.



Zur Einführung.

Von Karl von Buchka.

Es möge gestattet sein, dem ersten hiermit vorliegenden Hefte des „Archivs für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik" einige Worte vorauszuschicken, um darzulegen, welcher Zweck mit dieser neuen Zeitschrift verfolgt wird und welchen Arbeiten das Archiv gerne seine Spalten öffnen wird. Es erscheint dies erforderlich, da noch immer Zweifel an der Notwendigkeit der historischen Erforschung der Naturwissenschaften und der Technik laut werden und vielfach Unklarkeit darüber herrscht, welche Bedeutung denn eigentlich die geschichtliche Forschung auf diesen Gebieten hat, auf denen noch immer so viele wichtige Fragen anderer Art ihrer Lösung harren.

Es mag zunächst begreiflich erscheinen, daß sich die wissenschaftliche Forschung neu auftauchenden Problemen mit besonderem Eifer zuwendet. Die Arbeit eines einzelnen, die der Wissenschaft neue Wege weist, veranlaßt zahlreiche andere Forscher, diesen Pfaden zu folgen. Es ist ferner bekannt, welchen Einfluß die wissenschaftliche Forschung z. B. auf chemischem Gebiete auf die Entwickelung der Industrie ausgeübt hat. Umgekehrt haben die wirtschaftlichen Erfolge, welche beispielsweise auf dem Gebiete der Teerfarbenfabrikation erzielt wurden, mit dazu beigetragen, daß der Schwerpunkt der chemischen Arbeiten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf die Untersuchung der organischen Verbindungen verlegt wurde. Darüber mögen andere Zweige dieses Wissensgebietes zeitweilig ein wenig zu kurz gekommen sein.

Jedenfalls läßt die Beschäftigung mit Tagesfragen nur zu oft nicht viel Raum für die Berücksichtigung der Geschichte einer Wissenschaft übrig. Man meint insonderheit, die Beschäftigung mit einer so tief wie die Chemie in alle Zweige des menschlichen Lebens, der Landwirtschaft, des Gewerbes und des Handels eingreifenden Wissenschaft lasse berechtigter

oder doch erklärlicher Weise nicht die Zeit, sich in die verstaubten Archive dieser Wissenschaft zu vertiefen. Ja, man geht auch noch weiter und meint wohl, die heutige Erkenntnis sei auf diesem Gebiete soweit vorgeschritten und die Chemie überhaupt erst in dem letzten Jahrhundert als Wissenschaft begründet worden, so daß eine unüberbrückbare Kluft zwischen chemischer Forschung der alten Zeit und der heutigen Tage bestehe. So könne daher wohl eine gelegentliche Erinnerung an das, was die alte Zeit auf diesem Gebiete geleistet hat, ein vorübergehendes Interesse auch bei einem Forscher von heute erregen. Im übrigen aber sei es zwecklos, seine Zeit mit der Erinnerung an jene alte für uns doch bedeutungslose Tatsachen zu verlieren. Damit wird dann die Bedeutung der geschichtlichen Forschung auf diesem Gebiete als etwas nicht unbedingt Notwendiges abgetan.

Wie auf chemischem Gebiete, so ist es auch auf anderen Gebieten der Naturforschung zeitweilig nicht viel anders gewesen.

Dieser Auffassung entgegenzuwirken und das Interesse an der geschichtlichen Forschung auf diesen Gebieten neu zu beleben, soll vor allem die Aufgabe des Archivs sein. Denn es wird besonders häufig eines vergessen. Niemand wird im Zweifel sein, daß er bei jeder wissenschaftlichen Bearbeitung einer neuen Frage nur dann auf einen Erfolg rechnen kann, wenn er sich zunächst darüber unterrichtet, was von anderen Forschern auf diesem Gebiete etwa bereits geleistet worden ist. Denn auch bei der Prüfung von Tagesfragen will sich begreiflicherweise ein jeder sicherstellen, daß er nicht etwa von anderen schon erledigte Arbeit noch einmal wiederholt. Das ist aber besonders auch dann nötig, wenn man die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung für gewerbliche Zwecke verwerten will. Man denke hierbei nur an die Bestimmungen der Patentgesetzgebung über die Neuheit der zur Patentierung angemeldeten Erfindungen. Es sind daher oft auch sehr reale Gründe, welche den Forscher zwingen, sich um frühere Arbeiten auf dem von ihm gepflegten Gebiete zu kümmern. In allen Fällen aber ist es als eine selbstverständliche Erfüllung einer wissenschaftlichen Pflicht anzusehen, daß man bei einer wissenschaftlichen Forschung in erster Linie die frühere Literatur berücksichtigt. Manche unerquickliche Prioritätsstreitigkeiten würden vermieden sein, wenn alle Teile dieser Forderung genügend Rechnung getragen hätten. Gibt man aber die Notwendigkeit einer derartigen Arbeitsweise zu, so erkennt man damit auch tatsächlich die Unentbehrlichkeit der historischen Methode der Forschung bei allen wissenschaftlichen Fragen, auch bei solchen an, welche sich vielleicht mit den allerneuesten Errungenschaften der Forschung beschäftigen. Dann aber erscheint es unverständlich, weshalb so lange Zeit hindurch das Interesse der Naturforscher im



weitesten Sinne sich nur so wenig der Berücksichtigung der historischen Erforschung dieser Wissensgebiete zugewandt hat. Denn räumt man allgemein die Unentbehrlichkeit der geschichtlichen Methode der Behandlung auch naturwissenschaftlicher Fragen ein und weiß man auch im Einzelfall die große Bedeutung des Werdeganges einer Entdeckung selbst in praktischer Hinsicht wohl zu würdigen, so sollte man füglich doch demjenigen Wissenschaftszweig auch gerecht werden, der sich die Pflege der Geschichte der Naturwissenschaften ganz besonders zur Aufgabe gestellt hat. Vielleicht liegt der Grund der trotzdem so oft beklagten Vernachlässigung der historischen Forschung darin, daß man sich nicht immer dessen bewußt wird, daß man sich oft selbst schon der historischen Methode der Untersuchung bedient hat und welchen Nutzen sie bringt, vielleicht auch daran, daß man sich zum mindesten nicht klar wird über die große Bedeutung, welche die geschichtliche Forschung, auch von jenen Einzelfällen abgesehen, nach verschiedenen anderen Richtungen hin hat. Denn die Beschäftigung mit der Geschichte einer Wissenschaft besitzt noch nach mehrfacher anderer Richtung hin eine große allgemeine Bedeutung. Zunächst klärt dieses Studium über viele Irrtümer auf, die sich nicht nur im großen Publikum sondern auch bei den Fachvertretern nur allzu oft finden. Unrichtige Annahmen werden berichtigt, der Zusammenhang der Dinge erscheint bei näherer Prüfung in einem anderen Lichte und neue Tatsachen werden bekannt, von denen eine frühere Zeit keine Vorstellung hatte.

In zutreffender Weise führt GERLAND in seinem auf dem Internationalen Kongreß für historische Wissenschaften zu Berlin 1908 gehaltenen Vortrage: „Über die Stetigkeit der Entwicklung der physikalischen Kenntnisse" hierfür eine Anzahl von wertvollen Beispielen an. Es muß die Aufgabe der historischen Forschung sein, den inneren Zusammenhang der einzelnen Fortschritte der Wissenschaft nachzuweisen und so den Gang ihrer Entwickelung aufzuklären.

Wenn die Geschichte einer Wissenschaft aber als ihre Entwickelungsgeschichte aufgefaßt wird, so leuchtet ohne weiteres die Notwendigkeit ein, auch ihre frühere Entwickelung zu kennen, denn nur so werden die heute geltenden Anschauungen und Theorien eine richtige Würdigung erfahren können.

Wurzelt doch das, was wir heute als den zusammenfassenden Ausdruck unseres Wissens ansehen, in früherer Zeit. Die heutigen Theorien würden unverständlich bleiben, wenn man sie aus ihrem geschichtlichen Zusammenhang herausgerissen betrachten wollte. Man muß berücksichtigen, daß die Theorien aufgestellt werden, um die Gesamtheit der Erfahrungssätze zu einem gemeinsamen Bilde zusammenzufassen. Aber diese Theorien treten nicht plötzlich auf, sondern sie entwickeln sich allmählich weiter,



sobald neue Tatsachen bekannt werden, welche die Theorie nicht mehr ausreichend zu erklären vermag. Berücksichtigt man diese Entwicklung, so wird man auch den heute als unrichtig erkannten Theorien einer früheren Zeit gerechter als dies sonst möglich ist. Unverständlich erscheint z. B. heute oft dem Chemiker die Phlogistontheorie. Denn der heutige Chemiker ist bei seiner Ausbildung von anfang an darauf hingewiesen worden, die Naturerscheinungen messend und wägend zu verfolgen. Durch die nach dem Standpunkt der Wissenschaft jener Zeit erklärliche Nichtberücksichtigung der quantitativen Verhältnisse wurde aber STAHL zur Aufstellung der Theorie geführt, daß den brennbaren Körpern ein Bestandteil, das Phlogiston, gemeinsam sei und daß dieses bei der Verbrennung entweiche. Wenn hiernach angenommen wurde, daß die brennbaren Körper bei der Verbrennung einen vorher vorhandenen Bestandteil verlieren, so mußten sie leichter werden. Umgekehrt wies aber LAVOISIER später nach, daß die brennbaren Stoffe bei der Verbrennung ihr Gewicht durch Aufnahme von Sauerstoff vermehren, also schwerer werden. Die Phlogistontheorie führte demnach in ihren weiteren Folgerungen zu unrichtigen Schlüssen und sie mußte daher fallen. Dennoch hat diese Theorie die Wissenschaft wesentlich gefördert, weil sie den ersten Versuch darstellt, eine Reihe von Einzelerscheinungen von einem zusammenfassenden Gesichtspunkt aus zu erklären [1]). Das erkennt man aber nur, wenn man den Standpunkt der Chemie vor der Phlogistontheorie und deren Entwickelung berücksichtigt. In ähnlicher Weise klärt die geschichtliche Forschung auch die Entwicklung und damit zugleich die Bedeutung auch anderer jetzt überholter Theorien auf und vermag dadurch allein diesen gerecht zu werden.

Wenn wir aber sehen, daß frühere Theorien nach dem damaligen Standpunkt der Forschung ihre Berechtigung besaßen und daß sie erst verlassen wurden, als neue Tatsachen bekannt wurden, die mit jenen Auffassungen nicht mehr vereinbar waren, so werden wir auch zu einer richtigeren Würdigung der heute geltenden Lehrmeinungen geführt. Bei einem jeden naturwissenschaftlichen Unterricht muß man zunächst freilich eine gewisse Summe von Tatsachen als gegeben ansehen, um auf diesen weiter bauen zu können. Sobald aber die wissenschaftliche Ausbildung und Schulung bis zu einem gewissen Punkt gekommen ist, muß es als eine der wichtigsten Pflichten des Lehrers angesehen werden, den Schüler zu einer richtigen kritischen Beurteilung seiner eigenen Arbeiten wie derjenigen anderer und damit zu einer richtigen Würdigung der wahren Bedeutung der heutigen Wissenschaft anzuleiten.

1) Vergl. hierzu KAHLBAUM, Monographien aus der Geschichte der Chemie, 1, Die Einführung der LAVOISIERschen Theorie im besonderen in Deutschland.



Daraus ergibt sich für den, der sich in diese Fragen vertieft, ohne weiteres die Anregung zu einer weiteren Ausgestaltung der jeweils geltenden Theorien. Dies kann aber in erster Linie nur durch die geschichtliche Behandlung der Wissenschaft erreicht werden.

Danach dürfte die große Wichtigkeit der historischen Forschung für eine gerechte Würdigung früherer Zeiten, für eine richtige Beurteilung des wahren Wertes der heutigen Theorien und für die Auffindung des richtigen Weges zur ferneren Ausgestaltung der letzteren in der Zukunft ohne weiteres zur Genüge erhellen.

Aber auch andere Umstände noch sind für die Beurteilung des Wertes einer geschichtlichen Behandlung der Naturwissenschaften und der Technik von Bedeutung.

Wenn auch an der Richtigkeit der Annahme einer stetigen Entwicklung der Naturwissenschaften festgehalten werden muß, so verknüpft sich doch die Erinnerung an bestimmte für die Entwicklung dieser Wissenschaften wichtige Forschungsergebnisse unvermeidlich mit dem Gedenken an bestimmte Persönlichkeiten. Es erscheint schon rein menschlich betrachtet von Wichtigkeit, näheres über den Bildungsgang oder die äußeren Lebensschicksale der Forscher zu wissen, die der Wissenschaft neue Wege gewiesen haben. Oft wird es nur im Zusammenhang hiermit verständlich, wie diese Forscher zu ihren Forschungsergebnissen geführt wurden. Aber auch für die wichtige Frage, wie der naturwissenschaftliche Unterricht zu gestalten sei, bietet der Lebensgang hervorragender Forscher oft wertvolle Beiträge. Daher haben auch die biographischen Studien einen hohen Wert für die Geschichte der Naturwissenschaften wie der Technik. Dabei ergeben sich zugleich aber auch wertvolle Beziehungen zur allgemeinen Kulturgeschichte (Vergl. hierzu z. B. die Vorrede zu HERMANN KOPPS Alchemie, Heidelberg 1886, S. VII, wo es heißt: „Seit langer Zeit ist die Alchemie für die Chemie nicht mehr von Bedeutung, wohl aber als eine sehr verbreitete und hartnäckige Verirrung für die Kulturgeschichte“).

Alles dies ist an sich eigentlich nichts Neues oder sollte es wenigstens für die Forscher vom Fach nicht sein. Aber die Bedeutung der geschichtlichen Forschung auch für die Naturwissenschaften und die Technik wird leider noch immer viel zu sehr vergessen oder auch wohl übersehen und daher muß immer wieder von neuem darauf hingewiesen werden.

Wenn man aber die Notwendigkeit und die Bedeutung der geschichtlichen Forschung zugibt, so entsteht alsbald die Frage, mit welchen Hilfsmitteln diese Wissenschaft arbeitet, insonderheit auf welche Quellen sie sich stützen kann und inwieweit diese den Naturforschern heute schon zugänglich sind.

Die zur Verfügung stehenden Quellen sind nun allerdings sehr ver-



schiedenartig und in verschiedenem Maße verwertbar. Begreiflicherweise denkt man bei geschichtlicher Forschung in erster Linie an schriftliche Überlieferungen. So vielfältig und reichlich nun auch in heutiger Zeit die Möglichkeit zur Überlieferung der Forschungsergebnisse durch Schrift und Druck gegeben ist, so spärlich fließen doch diese Quellen schon in einer noch gar nicht so weit zurückliegenden Zeit, ganz zu geschweigen von den älteren und ältesten Zeiten. Und dennoch sind zweifellos auch hier noch in den Bibliotheken und Archiven viele und wertvolle Schätze ungehoben. Allerdings treten ihrer Verwertung durch die Naturforscher vielfach die sprachlichen Schwierigkeiten entgegen. Es ist daher von ganz besonderer Bedeutung für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik in den älteren und ältesten Zeiten, daß sich die Aufmerksamkeit auch der Philologen diesen Gebieten mit großem Erfolge zugewandt hat, und es steht zu hoffen, daß die gemeinsame Arbeit der Naturforscher und der Philologen die geschichtliche Forschung auf diesen Gebieten auch in Zukunft wesentlich weiter fördern wird.

Für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik kommen aber nicht nur schriftliche Überlieferungen in Frage.

Von hoher Bedeutung sind hierfür auch alle die aus früherer Zeit auf uns überkommenen, und mehr oder weniger erhaltenen Erzeugnisse menschlicher Arbeit nicht minder wie die stummen Zeugen der früheren Entwicklungszeiten der Erde. Zweifellos bergen die Sammlungen der Museen noch zahlreiche, bisher nicht oder nur wenig berücksichtigte Unterlagen, die für die Geschichte einer früheren Zeit von hohem Werte sind!

Es würde demnach irrig sein, wollte man annehmen, wie dies hier und dort geschieht, daß die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik eine tote Wissenschaft sei. Erfreulicherweise hat sich die Überzeugung von der Wichtigkeit der geschichtlichen Forschung auf diesen Gebieten in der letzten Zeit immer mehr Bahn gebrochen. Größer ist auch die Zahl derer geworden, die auf diesem Gebiete forschend tätig sind, und man hat begonnen, die bisher nur so wenig erst erschlossenen Quellen der Bibliotheken, Archive und Museen für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik zugänglich zu machen und zu verwerten.

Da dürfte es an der Zeit sein, die vorhandenen Kräfte zu sammeln und die Verfolgung der gemeinsamen Ziele durch vereinte Kräfte zu fördern. Schon haben sich verschiedene Vereinigungen[1]) zusammengetan,

1) Die „Deutsche Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften" und die „Berliner Gesellschaft für Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin".

um vor allem im mündlichen Gedankenaustausch diese Interessen zu verfolgen. In den „Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften" ist ein jetzt schon unentbehrliches Organ geschaffen, um fortlaufend Bericht über die an den verschiedenen Orten veröffentlichten und oft schwer zugänglichen Arbeiten aus diesem Gebiete zu erstatten. Aber es fehlt für die Naturwissenschaften und die Technik bisher an einer Zeitschrift, welche bestimmt wäre, durch Aufnahme von Originalarbeiten auch einen literarischen Mittelpunkt für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik zu bilden. Die von der „Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften" unter Redaktion von SIEGFRIED GÜNTHER und KARL SUDHOFF herausgegebenen, eben genannten „Mitteilungen" sollen als referierendes Zentralorgan weiterbestehen und als solches namentlich nach der internationalen Seite hin noch weiter ausgearbeitet werden. Das neue Archiv will der Forschung selbst eine Stätte bereiten und jeder ernsten Arbeit auf dem Gesamtgebiete der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik Aufnahme gewähren. Das geschriebene Wort soll in den Grenzen des wissenschaftlichen Bedürfnisses durch quellenmäßige Abbildungen auf Tafeln unterstützt und authentisch illustriert werden.

Das erstrebte Ziel wird nur durch die gemeinsame Arbeit aller an diesen Fragen beteiligten Forscher erreicht werden können. Als Mitarbeiter wird daher jeder auf diesem Gebiete Arbeitende willkommen sein. Insonderheit sei auch hervorgehoben, daß das Interesse an der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik auf allen Zweigen dieses Wissens nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Staaten zu erwachen beginnt. Deswegen soll das Archiv auch der Geschichte aller Zweige der Naturwissenschaften und der Technik dienen und Beiträge in deutscher, englischer, französischer und italienischer Sprache bringen. Bei der engen Berührung der verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften miteinander und mit der Technik kann es für den auf einem einzelnen Gebiete dieser Wissenschaften Arbeitenden nur nützlich sein, zu erfahren, welche Arbeit auf anderen verwandten Gebieten geleistet wird. Aber auch dem gebildeten Publikum, das heute einen so regen Anteil an der weiteren Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik nimmt, wird das Archiv vielfache Anregung und Belehrung bringen können. Möge es auch in diesen Kreisen die wünschenswerte Beachtung finden! Endlich wird die in dem Archiv erstrebte Zusammenfassung und Sammlung aller auf dem Gebiete der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik arbeitenden Kräfte hoffentlich dazu beitragen, auch die außerordentlich wichtige Frage des Unterrichtes in diesem Zweige der Wissenschaft zu beleben und zu fördern. Wiederholt ist schon von berufener Seite darauf hingewiesen

worden, wie wichtig eine stärkere Betonung der geschichtlichen Behandlung der Naturwissenschaften für die gesamte Hochschulbildung sei. (Vgl. u. a. das Protokoll der sechsten ordentlichen Hauptversammlung der deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften zu Dresden am 18. September 1907 Ziffer 4 in den „Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften" Band VII 1907, S. 132). Das Interesse für diese Frage an den zuständigen Stellen zu erwecken und weiter zu fördern, soll eine weitere Aufgabe des Archivs sein. Möge es durch die hier angestrebte gemeinsame Arbeit aller beteiligten Forscher gelingen, das erwünschte Ziel zu erreichen und die vielen wertvollen noch ungehobenen Schätze der Vergangenheit für die Gegenwart in richtiger Weise nutzbringend zu machen!

Sur les Moyens pour faciliter et diriger les Etudes sur l'Histoire des Mathématiques.

Comunication faite au IV. Congrès des Mathématiciens (Rome, Avril 1908.)

Par GINO LORIA (GÈNES).

I.

Dans un article qu'il a récemment publié [1]) M. ENESTRÖM a dit que, le nombre des personnes qui s'occupent de l'histoire des mathématiques étant désormais considérable, l'instant était arrivé pour fixer le plan suivant lequel les recherches futures doivent être menées. Quoiqu'il semble qu'en général les savants d'une spécialité quelconque forment, plutôt une troupe de volontaires sans discipline, qu'une armée régulière connaissant et respectant des lois et des réglements, la question mise à l'ordre du jour par le savant directeur de la „Bibliotheca mathematica", est sans doute importante, puisqu' on sait que la plus grande diversité d'opinions règne aujourd'hui sur la route qu'on doit suivre dans cette sorte de recherches, car les uns s'occupent exclusivement des oeuvres sans donner la moindre attention aux auteurs, tandis que d'autres n'ont des yeux et des oreilles que pour les détails biographiques et un trop grand nombre trouvent bon de séparer les découvertes mathématiques de tout ce qui a trait à l'histoire générale de la pensée et à l'histoire politique, montrant le mathématicien comme un être isolé qui n'a aucun rapport avec le monde où il vit et qui se soustrait à toute influence extérieure.

Mais il y a une autre question analogue à celle soulevée par M. ENESTRÖM et qui me parait digne de tout notre intérêt. Il est vrai que le nombre des culteurs de l'histoire des mathématiques est aujourd'hui assez grand; mais il est également vrai qu'il y a des personnes qui voudraient

1) Über planmäßige Arbeit auf dem mathematisch-historischen Forschungsgebiete. Bibl. math., III. Folge, Bd. 8, 1907, p. I et suiv.



bien se vouer à cet ordre des recherches et qui ne le peuvent faute de moyens d'instruction, semblables à ceux qui se trouvent sous la main de tous ceux qui veulent se vouer aux autres branches de l'érudition. Des instituts où l'on montre comment on fait des recherches sur l'histoire des mathématiques, j'en connais seulement un, le „Seminar" fondé et dirigé par le regretté A. VON BRAUNMÜHL à Munich; si l'exemple donné par notre illustre collègue était suivi dans un nombre considérable d'instituts d'instruction, la question dont je m'occupe serait d'emblée résolue; mais on ne peut avoir de grandes espérances sur la fondation de beaucoup de chaires officielles de l'espèce indiquée, ni même de cours libres, car les personnes qui pourraient les tenir sont pour la plus part absorbées par d'autres occupations officielles.

Or, je me rappelle qu'un saint[1]) a dit qu'il y a trois manières pour apprendre une chose: la manière meilleure est de la professer, l'excellente de l'écouter de la voix d'un maître, la bonne de l'apprendre par un livre. Eh! bien, si nous ne pouvons pas transformer ceux qui aspirent à devenir des historiens des mathématiques en des professeurs ou en des étudiants, mettons entre leurs mains un bon livre qui leur épargne les douleureuses incertitudes, les faux pas, la perte de temps que subirent tous ceux qui dûrent chercher tous seuls leur route (1 bis). C'est la célèbre loi de Mach sur „l'économie de la pensée" qui conseille d'adopter ce moyen; c'est une assemblée comme celle devant laquelle j'ai l'honneur de parler qui est appelée à décider de cette entreprise, à en fixer le plan et à répartir le travail entre les personnes qui sont à même de la mener à bout.

Pour préparer l'échange d'idées qui doit aboutir à ce résultat, je vous demande la permission d'exposer quelques observations personnelles et de faire quelques propositions sur les sujets qui, suivant mes idées, devraient être traités dans le „Manuel pour l'aspirant-historien des mathématiques" dont je crois la compilation urgente.

II.

L'histoire des mathématiques, comme toute branche de l'histoire, est une reconstruction du passé à l'aide des sources existantes; par conséquent les procédés qu'on y emploie ne sont pas différents, dans le fond, de ceux dont on fait usage, p. ex., dans l'histoire de la littérature. Or c'est mon opinion que cette analogie a été trop généralement méconnue ou oubliée et que, de l'isolement qui en résulta, l'histoire des mathématiques a souffert un arrêt ou des déviations dans son développement. Cest pour cela que je voudrais que le „Manuel" dont nous nous occupons

1) S. FRANCAIS DE SALES.



commençât par un aperçu sur les recherches qui aboutirent à la création de la „Méthode historique", qui est une des gloires du siècle passé; je crois cela d'autant plus nécessaire que beaucoup ont la fausse idée que pour écrire un chapître d'histoire des mathématiques il est toujours suffisant de recueillir et d'exposer un certain nombre de faits analogues, sans s'apercevoir que de cette manière on ne s'élève pas au dessus du modeste niveau du simple annaliste faisant une énumération des princes qui ont régnés dans une certaine époque, des batailles qui furent livrés, des traités signés et des modifications qui s'ensuivirent dans la constitutions des états; or il faut répandre la convinction que l'euristique (doctrines des sources) représente non la dernière, mais la première phase de l'histoire!

Ces généralités épuisées (et pour les écrire je ne se saurais conseiller de guides meilleurs que les célèbres traités de M. Bernheim), il faudrait dire quelque chose sur les procédés qu'on emploie aujourd'hui pour étudier „scientifiquement" l'histoire de la littérature, procédés que, si je ne me trompe, l'historien des mathématiques pourra très utilement employer dans plusieurs circonstances; il sera bien même de remarquer que l'histoire des sciences est en réalité si étroitement liée à celle des ouvrages littéraires qu'il existe d'excellentes histoires de la littérature embrassant l'analyse des productions scientifiques; un exemple célèbre de ce système est offert par la grande „Histoire de la littérature italienne" de Tiraboschi.

A ces remarques générales il est nécessaire de faire suivre un aperçu sur les meilleurs ouvrages généraux de consultation, aides indispensables qui font épargner un temps immense; j'ajoute que parmi ces sources d'information il est nécessaire de comprendre les traités de chronologie er de métrologie, tels que ceux de Ideler et de Hultsch, et les meilleures histoires des instituts d'instruction et de sociétés savantes, car elles donnent de précieux renseignements sur l'état général de la culture, sur la tendance des esprits dans une certaine époque et enfin sur le côté didactique de l'activité de savants illustres.

III.

Après cela on peut bien se tourner aux sujets particuliers au „Manuel" dont il s'agit, en exposant avant tout les différentes idées qu'ont manifestées P. Tannery, M. Cantor, G. Eneström, etc. sur le but, la méthode, la direction les bornes etc. que doivent avoir les recherches sur l'histoire des mathématiques en les comparant à celles appliquées par ceux qui écrivirent des histoires d'autres sciences positives et en discutant la possibilité d'une histoire générale des sciences.

Un point délicat est celui des erreurs scientifiques; notre science n'élève pas ses constructions sur les ruines d'édifices plus anciens; les propositions qu'on a dû rejeter sont ou le produit de paralogismes ou l'effet de changements de la signification de certains mots techniques; de la première espèce sont les essais sur la quadrature du cercle et la trisection de l'angle, et sur eux l'historien pourra en général suivre l'exemple donné par l'Institut de France, en passant à l'ordre du jour; de l'autre espèce sont les propositions d'analyse, comme celle de l'existance de la dérivée d'une fonction continue, qui ne subsistent plus à cause de l'extension subie par le concept de „fonction"; les phénomènes de cette espèce méritant, suivant mon sentiment, toute l'attention de l'historien, car ils sont de ceux qui justifient l'ancienne opinion que „l'histoire est la maîtresse de la vie".

Tout cela formera un préambule extrêmement utile à l'analyse des histoires des mathématiques, existantes qu'on devra faire avec tout le soin et l'étendue désirables, car c'est seulement l'étude approfondie des maîtres qui donne la force et le pouvoir de les suivre dans leur chemin glorieux et la constatation des fautes qu'on a commises permet bien souvent d'éviter d'y retomber. Le nombre des histoires générales des mathématiques n'est pas grand; au contraire les livres et les mémoires ayant pour but l'histoire de nos sciences dans un pays ou dans une époque déterminée, ou bien l'histoire d'une théorie, d'une question ou même d'un seul problème sont très nombreux; ces travaux rarement ont été l'objet de publication séparée, pour la plus grande partie il se trouvent épars un peu partout: dans les recueils des Académies scientifiques ou littéraires, dans les journaux de science, d'art ou d'érudition et il y en a aussi un bon nombre qui parurent comme Thèses de doctorat ou en appendice de Programmes scolaires. Pour que le bilan de ces contributions, bien souvent importantes, réussisse complètement il faut faire appel aux savants de tous les pays; c'est seulement par leurs efforts combinés qu'il sera possible de rendre assez complète cette bibliographie des monographies historiques, base indispensable pour l'"histoire des histoires des mathématiques", dont on commence à sentir le besoin. Je suppose qu'un travail de ce genre soit compris dans le programme du dernier volume de l'"Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften"; mais sans doute il ne pourra atteindre dans cet ouvrage l'extension qu'il faudra lui donner dans le "Manuel", car il faut que celui-ci fasse connaître exactement quelles sont les recherches qu'on a déjà faites et mette en évidence celles qui possèdent un caractère d'urgence. Qu'il me soit permis de remarquer que pour ce qui a rapport à l'Antiquité classique, on pourrait pour cela se servir très utilement des magnifiques Rapports périodiques publiés dans ce dernier quart de siècle par M. HEIBERG; de graves difficultés au contraire se rencontreront

par rapport à l'Orient, car, si je suis bien informé, aucun journal ne donne des comptes-rendus réguliers des recherches des Orientalistes relatives aux sciences exactes; je remarque cela parce que c'est un des points les plus délicats et importants qui sont offerts pour la préparation du "Manuel".

Dans la hiérarchie des productions de la pensée la biographie occupe sans doute un rang plus bas que l'histoire; mais les biographies des savants illustres fournissent des matériaux d'une valeur inestimable à tout historien. Par conséquent il est de toute nécessité de recueillir avec soin et de classer avec jugement tous les données fournies par les nécrologies des personnages les plus éminents, en particulier de celles écrites par les contemporains. Le nombre vraiment énorme des publications de cette espèce peut se mesurer „ad oculum" en feuilletant les dernières pages de l'excellent „Biographisch-literarisches Handwörterbuch" de POGGENDORFF, où il y a la liste des sources utilisées, et en remarquant qu'aujourd'hui cette collection ne peut plus, malgré sa richesse, se considérer comme complète. Et, même sans avoir recours à cet ouvrage superbe, il est aisé de se former une idée de la quantité énorme des renseignements que l'on peut tirer des recueils biographiques, si on remarque qu'il n'y a pas d'académie ou d'université si modeste qu'elle soit, qu'il n'y a pas même de compagnie religieuse, pas même de région, qui n'ait pas payé une dette de reconnaissance envers ceux qui enrichirent le patrimoine intellectuel de l'humanité. Or pour éviter que ces travaux soient oubliés et stériles au fond de nos bibliothèques, le "Manuel" contiendra une liste la moins incomplète possible des biographies des mathématiciens; évidemment sa compilation ne peut être que le produit d'un travail collectif international; et pour qu'elle acquière son plus haut degré d'utilité j'exprime le désir qu'elle donne, pour chaque savant, des notices sur sa correspondance, si elle existe, car la collection des lettres portant la signature ou l'adresse de GUIDO GRANDI [1]), FRANCHINI [2]), FLAUTI [3]), LORGNA [4]), RICCARDI [5]), SANTINI [6]), GENOCHI [7]) est sans doute un document scientifique d'une valeur hors ligne, pour éclaircir, dans tous ses recoins, la vie scientifique du temps auquel il se rapporte.

---

1) La correspondance de G. GRANDI est conservée dans la Bibliothèque de l'Univ. d Pise.

2) Bibliothèque de Lucque.

3) La correspondance de FLAUTI se trouve chez sa famille.

4) Comp. Bullettino-Boncompagni, T. VI, p. 101.

5) Id. T. VIII, p. 13.

6) Id. T. XI, p. 106.

7) Tous les papiers laissés par GENOCCHI sont conservés à la Bibliothèque de Plaisance.

IV.

Ce que je viens d'esquisser composerait la partie générale du „Manuel". On devrait ensuite s'occuper de l'exposition des moyens à employer pour mener à bout des recherches sur l'histoire des mathématiques. Il sera bon de séparer ce qui touche à l'Antiquité et au Moyen Âge de ce qui se rapporte aux temps postérieurs à l'invention de l'imprimerie; la nécessité de cette séparation n'a pas besoin de démonstration pour quiconque connaît la portée immense de la révolution apportée par GUTENBERG dans les moyens de transmission de la parole écrite.

Pour faire des recherches sur la pensée des mathématiques dans les temps les plus reculés il est en général nécessaire de disposer d'une science philologique et paléographique très-considérable, tandis qu'il suffit de connaître seulement les premiers éléments de la science du nombre et de l'étendue. En conséquence le principe de la division du travail conseillerait que nous laissions aux savants ayant l'habitude de lire et d'interprêter les anciens manuscrits les recherches se rapportant à la géométrie et à l'arithmétique des Grecs et des Romains, tout en nous déclarant prêts à suivre l'exemple donné par M. ZEUTHEN, toujours disposé à commenter les résultats des feuilles de son savant collègue M. HEIBERG. Si cette proposition trouvait un accueil favorable, il serait bon de prier les professeurs de philologie grecque et latine de conseiller à leurs élèves de ne pas écarter de leurs savantes discussions les manuscrits mathématiques, en faisant valoir que ceux-ci pourront fournir le sujet d'investigations bien plus utiles que celles ayant comme point de départ les ouvrages, justement oubliés, de certains philosophes ou littérateurs de dernier rang. Toutefois pour rendre possible que quelque mathématicien occupe la place malheureusement laissée vide par PAUL TANNERY, il est nécessaire que le "Manuel" donne un ample résumé des procédés suivis dans la classification et l'étude des différents manuscrits d'un même ouvrage, de manière que l'"apparatus criticus" cesse d'être un de ces instruments mystérieux que les seuls "docteurs-ès-lettres" sont autorisés à employer. Cela n'est pas encore suffisant: pour rendre possibles de nouvelles recherches, pour éviter qu'elles se dirigent vers des champs si explorés qu'on ne peut espérer que d'y faire quelque maigre glanure, il est indispensable de pouvoir mettre sous les yeux de l'élève des listes de manuscrits mathématiques; par conséquent le "Manuel" devrait contenir de larges extraits des „Catalogues des manuscrits" existants, avec des renseignements suffisants pour répondre à ces questions: où se trouvent des manuscrits d'un certain ouvrage? cet ouvrage est-il encore inédit?

Les remarques que je viens de faire par rapport au monde grec et au monde latin peuvent se répéter par rapport à la littérature orientale; il est

à désirer que des spécialistes suivent l'exemple de MM. CARRA DE VAUX et NALLINO, qui emploient leur profond savoir philologique au service des mathématiques; mais il est à souhaiter aussi que M. SUTER ne reste pas le seul mathématicien qui s'occupe de la science des Arabes; c'est pour cela que le "Manuel" contiendra un chapitre qui serve de guide aux culteurs des mathématiques désireux de faire progresser nos connaissances sur des peuples vers lesquels se tournent les regards de tous ceux qui répètent encore l'ancien mot "ex Oriente lux".

J'ajoute enfin que, ce que nous savons aujourd'hui par rapport aux mathématiques du Moyen-Age étant encore insuffisant, si quelqu'un, soit-il littérateur ou savant, voulait bien poursuivre les recherches restées incomplètes depuis la regrettable mort de M. CURTZE, il peut d'avance compter sur l'approbation générale: le "Manuel" devra rendre possible et relativement facile la tâche de cet investigateur par des renseignements sur les manuscrits non encore explorés et sur les difficultés qu'offre leur déchiffrement: il est nécessaire d'avertir que, la philologie du Moyen-Age étant encore toute à faire, les aides que les littérateurs peuvent nous offrir sont encore, malheureusement, très bornés.

V.

L'invention de l'imprimerie a mis des barrières infranchissables à la science paléographique; par conséquent ceux qui se vouent à l'histoire des sciences dans l'Âge moderne sont dispensés de s'emparer d'une science, désormais exacte, dont le maniement exige une habilité considérable. Mais comme les recherches mathématiques accomplies dans ces derniers siècles visent à des buts bien plus variés et élevés que ceux que se proposaient les anciens, l'historien doit disposer de connaissances mathématiques très étendues, je dirais même plus étendues, si non plus profondes, que celles dont ont besoin les spécialistes d'une branche déterminée des sciences exactes.

Pour épargner la peine et l'ennui de longues recherches bibliographiques, il serait bon de mettre sous les yeux de tout historien des mathématiques modernes une liste exacte des "Ouvrages complets" qu'on a déjà faits des mathématiciens les plus illustres; la compilation de cette liste est un travail ni long, ni difficile et qui ne sera pas inutile pour une autre raison: dès qu'il sera fini, il rendra évidents des phénomènes qu'on pourrait bien dire des injustices; p. ex. n'est-il pas pas étrange que l'on n'ait pas encore songé à réunir les travaux de géomètres tels que CHASLES, KUMMER et GENOCCHI, tandis que d'autres personnes, dont l'influence a été bien moindre, ont obtenu le suprême des honneurs posthumes auxquels un savant peut espérer? . . .

Non moins nécessaire, mais bien plus difficile à rédiger, est une liste complète des publications périodiques renfermant des travaux mathématiques. Des essais dans ce sens ont été déjà faits. M. S. H. SCUDDER a rédigé en 1879 une bonne liste des publications périodiques en général [1]) et en 1897 M. H. CARRINGTON BOLTON a fait un catalogue des journaux scientifiques et téchniques [2]); le "Manuel" devra contenir un résumé de ces travaux relatifs aux sciences exactes. Mais il ne faut pas oublier que M. FELIX MÜLLER, que tout le monde connaît comme une autorité bibliographique, a récemment [3]) compilé une telle liste qui, après quelques additions, arrivera au degré de perfection auquel peut aspirer toute oeuvre humaine. A ce sujet je veux faire une remarque: tout le monde sait que, la spécialisation étant un produit de la science moderne, jusqu'en 1850 et même après un bon nombre de travaux mathématiques se trouve répandu un peu partout; de manière qu'il y a des recueils, quelquefois très étendus ne renfermant qu'un très petit nombre de mémoires mathématiques; comme ces recueils sont en général les plus rares, je me permets de recommander aux jeunes gens répandus dans tout le monde de suivre l'exemple que j'ai donné il y a quelque temps en publiant un dépouillement raisonné d'une ancienne publication périodique italienne [4]); tout travail fait en cette direction serait sans doute utilisé ou au moins cité dans le "Manuel" dont je m'occupe.

Des aides extrêmement précieux pour l'historien des mathématiques modernes sont représentés par les bibliographies mathématiques; la plus ancienne que je connaisse est la "Bibliotheca mathematica" de MURHARD (Leipsic, 1798), à laquelle suivit dix ans après un grand répertoire de J. D. REUSS [5]) et de nos jours le "Mathematischer Bücherschatz" de M. WÖLFFING. Peut-être qu'il y en aura plusieurs autres plus anciennes et plus modernes; celles que je connais, le mieux pour m'en être servi bien souvent, sont: le célèbre "Catalogue of scientific papers" publié par la Société Royale de Londres et le "Répertoire bibliographique des sciences

1) Catalogue of scientifie serials, published by the Harvard University, 1879.

2) A catalogue of scientific and thechnical periodicals 1665—1895, II ed. Smithonians miscellanous collections, Vol. XL, 1897).

3) Abgekürzte Titel von Zeitschriften mathematischen Inhalts. Jahresber. der Deutschen Math.-Ver., Bd. 12, 1903, p. 427 et suiv.

4) Il "Giornale de'letterati d'Italia" di Venezia e la "Raccolta Calogerà" come fonti per la storia delle matematiche nel secolo XVIII. Abh. zur Gesch. der Mathem., T. IX, 1899. p. 241 et suiv.

5) Le compilateur de cette partie du "Manuel" pourra utiliser les données et les remarques qui se trouvent dans la note de E. WÖLFFING, Über die bibliographischen Hilfsmittel der Mathematik (Jahresber. d. Deutsch. Math.-Ver., Bd. 12; 1903, p. 408 et suiv.

mathématiques", qui est publié à Paris par une Commission internationale. J'ajoute que M. VALENTIN (Berlin) depuis longtemps prépare avec le soin le plus scrupuleux une grande bibliographie mathématique, qui comprendra, différemment de celles que je viens de citer, les années antérieures à 1800.

Tous ces recueils bibliographiques devront être analysés dans le „Manuel" pour en faire ressortir les qualités et les défauts[1]); ce qui donnera l'occasion de parler des différentes manières employées pour faire les citations, depuis l'origine de l'imprimerie jusqu'à BONCOMPAGNI, et pour faire remarquer tous les dangers qu'offrent les "citations de seconde main" et pour énumérer les cas où l'on pourra les adopter faute de mieux.

Enfin le "Manuel" devra contenir des indications sur les journaux renfermant des comptes-rendus sur les travaux mathématiques; jusqu'à peu près 1850, il faut pour cela avoir recours aux revues générales de la littérature; mais pour les productions contemporaines le "Jahrbuch" fondé par ORTHMANN, le "Bulletin" de M. DARBOUX, la "Revue semestrielle des publications mathématiques", etc. etc. permettent à tout le monde de connaître ce que contient et comment est jugé tout ce qui paraît sur l'horizon mathématique.

Les sujets que je viens d'énumérer sont ceux qui, suivant ma faible expérience, me semblent former le bagage indispensable pour tout historien des mathématiques; en conséquence j'ai rédigé une table des matières du "Manuel" dont je propose la compilation et qui pourra servir de base pour la discussion qui va suivre (voyez plus bas).

Avant de finir, en prévoyant les critiques qu'on fera à mon plan et les acunes qu'on trouvera, pour m'excuser d'avance, permettez-moi que je conte une anecdote: Il y avait une fois un prince allemand qui possédait un biblio-

1) Repertorium commentationum a societatibus litterariis editarum secundum disciplinarum ordinem. T. VII. Mathesis, Mechanica etc. Gottingae 1808.

(I bis) Je suis bien fâché de n'être pas à cet égard d'accord avec le savant directeur de la "Bibliotheca mathematica", qui, dans un nouveau article paru après la clôture du IV Congrès des mathématiciens (G. ENESTRÖM, Über kritische Behandlung der Geschichte der Mathematik; Bibl. mathem., III Folge, IX Bd., 1908, p. 1—14) a montré peu de foi dans la possibilité de publier une "Anleitung zu mathematisch-historischer Forschung". A mon tour je crois peu pratique le moyen qu'il propose pour éviter que les travaux sur l'histoire des mathématiques continuent à renfermer des données erronées; ce moyen consiste dans une révision préléalable de ces travaux par quelque historien des sciences de profession; or combien y a-t-il de personnes dignes et prêtes à jouer cet ingrat rôle de réviseurs? Et combien d'auteurs sont-ils disposés à avouer lcur incapacité à écrire un travail historico-mathématique tout à fait satisfaesant? [Octobre 1908].



thécaire, homme scrupuleux s'il en fut, qui après plusieurs années de travail, réussit à compiler un Catalogue par auteurs vraiement parfait des livres que possédait son prince; alors il se mit à faire un Catalogue par ordre de matières, qui réussit, comme le précédent, absolument parfait; ensuite, des catalogues, des gravures, des reliures, des typographies s'ensuivirent tous également bons; le bibliotécaire, quoique vieux, avait encore de la force et de l'énergie suffisantes pour faire d'autres travaux; que pouvait-il faire? Il se mit alors à compiler le Catalogue des livres n'existant pas dans la bibliothèque qu'il dirigeait; il mourut bien mais là bien avant de l'avoir fini! ..... Á mon tour je crains de mourir avant d'avoir vu la liste complète de ce que ne contient pas le plan que je viens de soumettre à votre jugement!

Table des Matières du Manuel pour les recherches sur l'Histoire des Mathématiques.

I. Chap. Généralités sur la nature, le but et la méthode de la recherche historique: la "méthode historique".

II. Chap. Méthode employée pour l'étude "scientifique" de la littérature; bornes de leur applicabilité aux recherches sur l'évolution d'autres manifestations de la pensée. Les ouvrages de consultations en général (dictionnaires, encyclopédies, histoires des universités, des sociétés savantes, etc.). Chronologie et métrologie.

III. Des différentes directions que l'on peut suivre dans les études sur l'histoire des sciences en général et des mathématiques en particulier. Analyse de principales histoires générales des mathématiques. Les biographies et les correspondances des savants illustres.

IV. Nécessité de considérer séparément ce qui se rapporte aux temps antérieurs à l'invention de l'imprimerie de ce qui a trait aux temps postérieurs. Recherches sur l'histoire des mathématiques dans l'Antiquité et au Moyen Âge. Généralités sur l'étude des manuscrits; catalogues des manuscrits; etc.

a) Les mathématiques des Grecs. b) Les mathématiques des Romains. c) Les mathématiques des peuples de l'Orient. d) Les mathématiques au Moyen-Âge.

V. Le livre imprimé et son histoire.

VI. Liste des oeuvres complètes des grands mathématiciens modernes. Les recueils académiques et les journaux scientifiques. La bibliographie moderne et ses procédés; aides et secours qu'elle offre à l'historien des mathématiques.



Die Grundlagen der antiken Dynamik.

Von ARTHUR ERICH HAAS.

Einleitung.

Die eigentümliche Mittelstellung, die im Altertume die Physik zwischen der Philosophie und der Mathematik einnahm, zeigte sich am deutlichsten in der ungleichen Entwicklung, die die beiden Zweige der Mechanik, die Statik und die Dynamik, nahmen. Wurde jene im Altertum das fruchtbarste Arbeitsgebiet der mathematischen Physiker, gelangte sie gerade durch die Anwendung der exakten Methode zu einer Vollkommenheit, die noch heute unsere Bewunderung erregen muß, so stellte die Dynamik wieder das günstigste Feld für naturphilosophische Spekulationen dar, die besonders das Wesen der Gravitation und der Kraft zum Gegenstande hatten und die bis zu den Anfängen der Naturphilosophie zurückreichen.

Die meisten unter den vorsokratischen Denkern befaßten sich bereits mit den Problemen der Schwere und der Bewegung, die auch Platon von neuen Gesichtspunkten aus zu lösen versuchte. Den Höhepunkt erreichte im Altertume die Lehre von der' Bewegung in ihrer Bearbeitung durch Aristoteles, dessen freilich nicht stets von Erfolg begleitete Untersuchungen sich über fast alle Fragen der Dynamik erstreckten. An ihn knüpften erweiternd, oft auch opponierend, die Anhänger der späteren Philosophenschulen an. Straton befaßte sich eingehend mit der Erscheinung des freien Falles, Epikureer und Stoiker beschäftigten sich mit Untersuchungen über das Wesen der Schwere, auch Plutarch entwickelte seine Ansichten über diese Frage. Die Kommentatoren des Aristoteles, namentlich Alexander von Aphrodisias, Syrianus und Simplicius suchten dessen Anschauungen zu ergänzen, oft auch auf experimentellem Wege zu bestätigen. Unter den physikalischen Fachschriftstellern haben sich namentlich Hipparch, Heron von Alexandria, Claudius Ptolemaeus und Kleomedes mit dynamischen Problemen befaßt.

Von den Werken, die sich vorwiegend mit Fragen der Dynamik beschäftigten, haben sich aus dem Altertume nur wenige erhalten. Die „Physik“ des ARISTOTELES, seine „Bücher über das Himmelsgebäude“, die ihm zugeschriebene Sammlung mechanischer Probleme sowie eine von HERON verfaßte, uns jedoch nur in arabischer Übersetzung erhaltene Mechanik sind die einzigen Überreste der antiken Literatur, die dieses Gebiet behandelte. Von einigen anderen Schriften dynamischen Inhaltes kennen wir — von sehr kurzen Exzerpten abgesehen — nur die Titel. So wissen wir, daß ARISTOTELES [1]), THEOPHRAST [2]), STRATON [3]) und CHRYSIPP [4]) „Über die Bewegung“ (*περὶ κινήσεως*) betitelte Schriften verfaßten. Ein Buch STRATONS trug die Überschrift „Über das Leichte und Schwere“ (*περὶ κούφου καὶ βαρέος*) [5]), HIPPARCH verfaßte eine Abhandlung über den Fall der schweren Körper (*περὶ τῶν διὰ βαρύτητα κάτω φερομένων*) [6]), CLAUDIUS PTOLEMAEUS über die Ursachen der natürlichen Bewegung (*περὶ ῥοπῶν*) [7]), und von KLEOMEDES stammte eine Schrift über die Bewegung der schweren Körper zum Mittelpunkte (*περὶ τῆς ἐπὶ τὸ μέσον φορᾶς τῶν βαρέων σωμάτων*) [8]). Dynamische Untersuchungen fanden sich wohl überdies in all den verschiedenen Werken verstreut, die über die Natur, über die Grundstoffe, über die Bewegung der Himmelskörper oder ähnliche Gegenstände handelten.

Als Quellen kommen für die Geschichte der antiken Dynamik außer den wenigen aus dem Altertume erhaltenen und schon genannten Schriften besonders folgende in Betracht: PLATONS TIMAIOS, die dem ARISTOTELES zugeschriebene Problemensammlung der peripatetischen Schule, das Lehrgedicht des T. LUCRETIUS CARUS „Über das Wesen der Dinge“, zwei namentlich durch ihre Einleitungen für die Geschichte der Dynamik interessante Schriften HERONS, nämlich seine Pneumatik und seine leider nur in lateinischer Übersetzung erhaltene Katoptrik, einige „moralische“

---

1) DIOGENES LAERTIUS, de vitis, V, I, 23.

2) DIOGENES VON LAERTE erwähnt (V, 2, 44 und 49) zwei gleich betitelte Werke des THEOPHRAST *περὶ κινήσεως*, eines in drei, das andere ebenso wie das gleichnamige Werk des ARISTOTELES in zwei Büchern.

3) SIMPLICIUS, Physik, S. 916, 12, ed. DIELS.

4) PLUTARCH, de rep. Stoic., c. 42; vgl. Anm. 28.

5) DIOGENES LAERT., V, 3, 59.

6) SIMPLICIUS, de coelo, S 264, 25, ed. HEIBERG; vgl. Anm. 72.

7) SIMPLICIUS, de coelo, S. 710, 14 (vgl. Anm. 31). Vgl. auch PAPPUS, Collect. math. VIII, 5: *τί μὲν οὖν ἐστιν τὸ βαρὺ καὶ τὸ κοῦφον καὶ τίς αἰτία τῆς ἄνω καὶ κάτω τοῖς σώμασι φορᾶς, καὶ αὐτό γε τὸ ἄνω καὶ κάτω τίνος ἐννοίας ἔχεται καὶ τίσιν ἀφώρισται πέρασιν, οὐδὲν δεῖ λέγεσθαι παρ᾿ ἡμῶν τὸ νῦν, ἐπειδὴ περὶ τούτων ἐν τοῖς μαθηματικοῖς ὑπὸ τοῦ Πτολεμαίου δεδήλωται.*

8) KLEOMEDES, de mot. circ., S. 10, 23; 18, 18; 20, 13, ed. ZIEGLER.

Schriften PLUTARCHS, namentlich seine Untersuchung „Über das Gesicht im Monde" und seine „Platonischen Fragen", die Kommentare, die SIMPLICIUS zur Physik des ARISTOTELES und zu dessen Büchern über das Himmelsgebäude verfaßte und welche durch wertvolle physikalisch-historische Berichte und Mitteilungen neben den biographischen und doxographischen Arbeiten des DIOGENES VON LAERTE, des AETIUS und des ARIUS DIDYMUS die wichtigste Ergänzung zu den erhaltenen eigenen Werken der antiken Physiker und Naturphilosophen darstellen [9]).

I. Die Gravitation.

Die eigentliche Grundlage der antiken Dynamik bildet als ihr wichtigstes Prinzip die Unterscheidung zwischen der natürlichen und der erzwungenen Bewegung. Befindet sich ein Körper an einer bestimmten Stelle des Raumes, so kann er Bewegungen, wie die Beobachtung zeigt, nach allen von der betreffenden Stelle ausgehenden Richtungen ausführen. Unter diesen ist aber, wie die Alten lehrten, in jedem besonderen Falle eine Richtung, die für nicht zu weit voneinander entfernte Orte dieselbe bleibt, vor allen anderen ausgezeichnet. Es ist die Richtung, in der allein eine Bewegung des betreffenden Körpers ohne einen Aufwand an Kraft, ohne eine Anstrengung seitens eines lebenden Wesens, ohne die Tätigkeit einer bestimmten Vorrichtung möglich ist. Die Bewegung in dieser für jeden Körper durch seine Natur festgelegten Richtung wird als die natürliche, jede andersartige als eine erzwungene oder gewaltsame Bewegung bezeichnet [10]).

Durch diese Einteilung sind auch die Vorstellungen bedingt, die die Alten über das Wesen der Gravitation als der Ursache der natürlichen Bewegungen hatten. In der antiken Physik lassen sich, wenn man von unwesentlichen Einzelheiten absieht, am ehesten drei verschiedene Theorien der Gravitation unterscheiden. Die erste und die zweite nehmen an, daß für jeden Punkt im Raume eine durch ihn gehende Gerade festgelegt sei, die für jeden an der betreffenden Stelle befindlichen und wie immer beschaffenen Körper die Richtung seiner natürlichen Bewegung angebe. Die erste Theorie läßt diese Bewegung auf der Geraden

---

9) Näheres über Titel und Verfasser der hier angeführten Schriften sowie über einige weniger wichtige, im folgenden zu zitierende Werke, findet man in der Einleitung zu des Verfassers Abhandlung: „Antike Lichttheorien" (Archiv für Geschichte der Philosophie, XX, 1907, S. 345—386).

10) ARISTOTELES, Phys. VIII, 4, 254b, 13: τὰ μὲν φύσει, τὰ δὲ βίᾳ καὶ παρὰ φύσιν κινεῖται (und viele ähnliche Stellen). Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 1206—1220 ed. DIELS.



von dem betreffenden Punkte aus nach beiden Richtungen hin erfolgen und nimmt deshalb neben der Schwere auch die Leichtigkeit als eine wesentliche Eigenschaft der Materie an. Die zweite Theorie, die im Gegensatze zur ersten Schwere allen Körpern zuschreibt, sieht die Bewegung auf der Geraden nur dann als natürlich an, wenn sie in der einen bevorzugten Richtung, in der nach „unten" erfolgt, während sie eine in der entgegengesetzten Richtung stattfindende Bewegung zu den erzwungenen zählt. Die dritte Theorie endlich nimmt an, daß sich eine bestimmte Richtung überhaupt nicht von bloß geometrischen Gesichtspunkten aus festlegen lasse, daß vielmehr die Substanz, aus der der Körper bestehe, für die Richtung seiner natürlichen Bewegung allein maßgebend sei. Nach ihren Hauptvertretern kann man die erste Theorie kurz als die aristotelische, die zweite als die epikureische, die dritte als die platonische bezeichnen.

Die erste dieser Theorien war jedenfalls im Altertume am meisten verbreitet. Sie beruht auf der alten Vorstellung, daß der irdische Teil des Weltalls in vier, den vier Elementen entsprechende Regionen zerfalle, die in der Reihenfolge von unten nach oben der Erde, dem Wasser, der Luft und dem Feuer zukämen. Für jeden Grundstoff ergibt sich also nach dieser Hypothese ein „natürlicher", ein „ihm eigener Ort", zu dem er sich auf einer durch den Ort seines Aufenthaltes und den Erdmittelpunkt festgelegten Geraden hinbewegt, je nach der Lage seines natürlichen Ortes entweder in der Richtung nach unten oder in der nach oben.

Diese Theorie der Schwere tritt uns schon in den ältesten naturphilosophischen Systemen entgegen. Wir finden sie bereits bei Anaxagoras[11]); auch Heraklit scheint sich zu ihr bekannt zu haben[12]). Ihre eigentliche Ausbildung fand diese Auffassung der Gravitation durch Aristoteles, von dem sie mit einigen Änderungen die Stoiker übernahmen. Neben vielen anderen zählte diese Theorie indessen auch Heron von ALEXANDRIEN[13]), Kleomedes[14]), Claudius Ptolemaeus[15]), Seneca[16]),

11) DIOGENES LAERT., II, 3, 5: *τῶν σωμάτων τὰ μὲν βαρέα τὸν κάτω τόπον ὡς τὴν γῆν· τὰ δὲ κοῦφα τὸν ἄνω ἐπισχεῖν ὡς τὸ πῦρ· ὕδωρ δὲ καὶ ἀέρα τὸν μέσον.*

12) Er bezeichnete nämlich die Verwandlung des Feuers in Luft, Wasser und Erde als den „Weg nach unten" (*ὁδὸς κάτω*), den umgekehrten Vorgang als den „Weg nach oben" (*ὁδὸς ἄνω*). Vgl. DIOGENES LAERT., IX, 1, 8—9.

13) Pneumatik, S. 10—14, ed. SCHMIDT.

14) de mot. circ. I, 1, S. 12, ed. ZIEGLER.

15) Constr. math. I, 1, S. 7, 15, ed. HEIBERG: *τὸ βαρὺ καὶ τὶ κοῦφον .... ἀπὸ τῆς ἐπὶ τὸ μέσον καὶ τῆς ἀπὸ τοῦ μέσον [κινήσεως] καταφαίνεται.* Vgl. Anm. 31.

16) Quaest. nat. VII, 22: ignis autem it, quo illum natura sua ducit id est sursum. ib. II, 24: Si igni permittes ire quo velit, coelum, id est levissimi cuiusque sedem repetet.

Plinius[17]), Philo von ALEXANDRIEN[18]) und Plotin[19]) zu ihren Anhängern.

Die aristotelische Theorie der Gravitation gipfelt in der Unterscheidung der schweren und der leichten Körper, solcher, die nach unten, das ist zum Mittelpunkte, und solcher, die nach oben, das ist von dem Mittelpunkte weg zu der Grenze der sublunaren Welt bewegt werden[20]). Der Mittelpunkt, von dem ARISTOTELES spricht, ist zwar gleichzeitig das Zentrum der Erde und des Weltalls; allein nur der zweiten Eigenschaft verdankt er es, das Ziel der nach unten gerichteten Bewegung zu sein. Zum Zentrum der Erde werde nur deshalb jeder schwere Körper auch bewegt, weil es sich so treffe, daß die Erde ihren Mittelpunkt in dem des Alls habe.[21]) Wenn aber jemand, wie ARISTOTELES ausdrücklich PLATON gegenüber hervorhebt, die Erde an die Stelle versetzte, wo jetzt der Mond ist, so würden keineswegs mehr ihre Teile zu ihr hin bewegt werden, sondern immer noch dorthin, wo die Erde jetzt sei.[22])

Was nach oben und zur äußersten Grenze bewegt wird, nennt ARISTOTELES schlechthin leicht, was nach unten uud zum Mittelpunkte, schlechthin schwer.[23]) Schlechthin schwer ist also, wie sich ARISTOTELES auch ausdrückt, was sich unter alles senkt, schlechthin leicht, was über alles in die Höhe steigt.[24]) Da nun die oberste Gegend nach der Ansicht des ARISTOTELES den Bereich des Feuers, die unterste den der Erde darstellt, so können nur diese beiden Elemente als absolut schwer oder absolut leicht gelten, während die übrigen Grundstoffe beide Eigenschaften zugleich besitzen müssen. Welche von beiden sich äußert und in welchem Grade, hängt von der Art der Umgebung ab. Es muß nämlich, wie ARISTOTELES lehrt, die Erde und was zum größten Teile Erde

---

17) Hist. nat. II, 5: ita mutuo complexu diversitatis effici nexum et levia ponderibus inhiberi, quominus evolent, contraque gravia, ne ruant suspendi levibus in sublime tendentibus.

18) Vgl. Anm. 30.

19) 6. Enn., III, 9.

20) de coelo IV, 1, 308a, 14: *τὰ μὲν ἀεὶ πέφυκεν ἀπὸ τοῦ μέσου φέρεσθαι, τα δ' ἀεὶ πρὸς τὸ μέσον. τούτων δὲ τὸ μὲν ἀπὸ τοῦ μέσου φερόμενον ἄνω λέγω φέρεσθαι, κάτω δὲ τὸ πρὸς τὸ μέσον.* Viele ähnliche Stellen finden sich besonders im ersten und vierten Buche über das Himmelsgebäude.

21) de coelo II, 14, 296b. 16: *φέρεται γὰρ καὶ ἐπὶ τὸ τῆς γῆς μέσον, ἀλλὰ κατὰ συμβεβηκός, ᾗ τὸ μέσον ἔχει ἐν τῷ τοῦ παντὸς μέσῳ.*

22) de coelo IV, 3, 310b, 2: *οὐ γὰρ ἐάν τις μεταθῇ τὴν γῆν οὗ νῦν ἡ σελήνη, οἰσθήσεται τῶν μορίων ἕκαστον πρὸς αὐτήν, ἀλλ' ὅπου περ καὶ νῦν.*

23) de coelo IV, 1, 308a, 29: *ἁπλῶς μὲν οὖν κοῦφον λέγομεν τὸ ἄνω φερόμενον καὶ πρὸς τὸ ἔσχατον, βαρὺ δὲ ἁπλῶς τὸ κάτω καὶ πρὸς τὸ μέσον.*

24) de coelo IV, 4, 311a, 17: *βαρὺ μὲν ἁπλῶς τὸ πᾶσιν ὑφιστάμενον, κοῦφον δὲ τὸ πᾶσιν ἐπιπολάζον.* Vgl. de coelo I, 3, 269b; II, 13.



enthält, überall Schwere besitzen, das Wasser überall außer in Erde, die Luft überall außer in Wasser und Erde. Denn in seinem eigenen Raume habe alles Schwere mit einziger Ausnahme des Feuers, also auch die Luft.[25]) Als Beweis für die letzte Behauptung führt ARISTOTELES die vermeintliche Tatsache an, daß ein aufgeblasener und mit Luft gefüllter Schlauch mehr wiege als ein leerer.

Von der aristotelischen Theorie wich in der Auffassung der relativen Schwere die Lehre der Stoiker ab. Diese erblickten in Schwere und Leichtigkeit gleichwertige und gleich verbreitete Eigenschaften, beseitigten daher die Sonderstellung, die ARISTOTELES gerade dem Feuer als dem einzigen der Schwere völlig beraubten Elemente gegenüber den anderen eingeräumt hatte, und suchten in ihrer Theorie die der aristotelischen Lehre infolgedessen fehlende Symmetrie herzustellen. Sie ließen also die Annahme der bald schweren, bald leichten Mittelglieder fallen und lehrten einfach, daß von den vier Elementen zwei, das Feuer und die Luft, leicht, die beiden anderen, das Wasser und die Erde, schwer seien.[26]) Schwere fehle also nicht nur dem Feuer, sondern auch der Luft, die deshalb ebenso wie jenes stets in die Höhe strebe.[27]) Es war dies die Ansicht Zenons, an die sich Chrysipp[28]), Kleanthes[29]) und wie in vielen anderen stoischen Lehren auch Philo von ALEXANDRIEN[30]) anschloß.

Auch die von ARISTOTELES aufgeworfene Frage, ob im eigenen Raume die mittleren Grundstoffe schwer oder leicht seien, fand im Altertume vielfach eine andere Beantwortung als bei ihrem Begründer. Namentlich der große Astronom CLAUDIUS PTOLEMAEUS und der Neuplatoniker SYRIANUS, der die Schriften des ARISTOTELES kommentierte, be-

---

25) de coelo IV, 4, 311 b, 6: *γῆν μὲν οὖν καὶ ὅσα γῆς ἔχει πλεῖστον πανταχοῦ βάρος ἔχειν ἀναγκαῖον, ὕδωρ δὲ πανταχοῦ πλὴν ἐν γῇ, ἀέρα δὲ πλὴν ἐν ὕδατι καὶ γῇ· ἐν τῇ αὑτοῦ γὰρ χώρᾳ πάντα βάρος ἔχει πλὴν πυρός, καὶ ὁ ἀήρ·*

26) AETIUS, I, 12, 4: *οἱ Στωϊκοὶ δύο μὲν ἐκ τῶν τεσσάρων στοιχείων κοῦφα, πῦρ καὶ ἀέρα· φύσει δὲ δύο βαρέα, ὕδωρ καὶ γῆν.*

27) ARIUS DIDYMUS, fragm. 23 (ed. DIELS): *οὐ πάντως δὲ σῶμα βάρος ἔχειν, ἀλλ' ἀβαρῆ εἶναι ἀέρα καὶ πῦρ. φύσει γὰρ ἀνώφοιτα ταῦτ' εἶναι διὰ τὸ μηδενὸς μετέχειν βάρους.*

28) Diese Ansicht vertrat CHRYSIPP in seinem Buche über die Bewegung. In einem anderen Werke soll er jedoch. wie ihm PLUTARCH vorwirft, die hiervon abweichende Meinung geäußert haben, daß die Luft an sich weder Schwere noch aber auch Leichtigkeit besitze. PLUTARCH, de rep. Stoic., c. 42: *τὸν ἀέρα ποτὲ μὲν ἀνωφερῆ καὶ κοῦφον εἶναί φησι ... ἐν μὲν οὖν τῷ δευτέρῳ περὶ κινήσεως τό τε πῦρ, ἀβαρὲς ὄν, ἀνωφερὲς εἶναι λέγει ... ἐν δὲ ταῖς Φυσικαῖς Τέχναις ἐπὶ τὴν ἑτέραν ῥέπει δόξαν, ὡς „μήτε βάρος ἐξ αὑτοῦ μήτε κουφότητα τοῦ ἀέρος ἔχοντος."*

29) HERMIAS, irris. gent. phil. 14.

30) Quaest. et solut. in Genesin I, 64; de provid. II, 62.



kämpften dessen Vorstellung, daß im eigenen Raume nur das Feuer leicht, die drei übrigen Grundstoffe hingegen schwer seien, und selbst SIMPLICIUS gelangte auf Grund seiner Beobachtungen zu einem von den aristotelischen Annahmen abweichenden Ergebnisse.

Ptolemaeus bestritt es, daß den mittleren Elementen im eigenen Raume Schwere zuzuschreiben sei und suchte hinsichtlich des Wassers die Richtigkeit dieser Behauptung durch die Tatsache zu erweisen, daß Taucher die Schwere des über ihnen lagernden Wassers nicht merkten, trotzdem ihrer manche in große Tiefe hinabstiegen[31]). Daß auch der Luft im eigenen Raume keine Schwere zukomme, suchte PTOLEMAEUS durch dasselbe Experiment zu zeigen, das ARISTOTELES zur Bestätigung der entgegengesetzten Behauptung anführt, das aber nach PTOLEMAEUS gerade das umgekehrte Ergebnis liefert. Er behauptet nämlich, daß der Schlauch in aufgeblasenem Zustande keineswegs schwerer sei als sonst, wie es ARISTOTELES glaubte, sondern eher mit Luft gefüllt ein geringeres Gewicht zeige.[32])

Simplicius, der den Versuch, wie er behauptet, mit der größten erreichbaren Genauigkeit wiederholte, fand das Gewicht in ganz richtiger Weise in beiden Fällen gleich groß, woraus nach seiner Ansicht wohl in Erweiterung der ptolemaeischen Theorie zu schließen wäre, daß am eigenen Orte ein Grundstoff weder Schwere noch aber auch Leichtigkeit besitze. Diese Erscheinung glaubt SIMPLICIUS am ehesten durch die Annahme erklären zu können, daß die Schwere oder Leichtigkeit gleichbedeutend sei mit dem Streben nach dem natürlichen Orte, das dort bereits Befindliche einer Ortsveränderung aber ebensowenig bedürfe wie das Gesättigte der Nahrung.[33]) — Abweichend von den bisher erwähnten Theorien meinte schließlich SYRIANUS, der sich übrigens in den Grundvorstellungen völlig an ARISTOTELES anschloß, daß im eigenen Raume das Wasser Schwere, die Luft hingegen Leichtigkeit zeige.[34])

31) SIMPLICIUS, de coelo, S. 710, 14, ed. HEIBERG: *Πτολεμαῖος δὲ ὁ μαθηματικὸς ἐν τῷ Περὶ ῥοπῶν τὴν ἐναντίαν ἔχων τῷ Ἀριστοτέλει δόξαν πειρᾶται κατασκευάζειν καὶ αὐτός, ὅτι ἐν τῇ ἑαυτῶν χώρᾳ οὔτε τὸ ὕδωρ οὔτε ὁ ἀὴρ ἔχει βάρος. καὶ ὅτι μὲν τὸ ὕδωρ οὐκ ἔχει, δείκνυσιν ἐκ τοῦ τοὺς καταδύοντας μὴ αἰσθάνεσθαι βάρους τοῦ ἐπικειμένου ὕδατος, καίτοι τινὰς εἰς πολὺ καταδύοντας βάθος.*

32) SIMPLICIUS, de coelo, S. 710, 24: *τὸ δὲ τὸν ἀέρα ἐν τῇ ὁλότητι τῇ ἑαυτοῦ μὴ ἔχειν βάρος καὶ ὁ Πτολεμαῖος ἐκ τοῦ αὐτοῦ τεκμηρίου τοῦ κατὰ τὸν ἀσκὸν δείκνυσιν οὐ μόνον πρὸς τὸ βαρύτερον εἶναι τὸν πεφυσημένον ἀσκὸν τοῦ ἀφυσήτου, ὅπερ ἐδόκει τῷ Ἀριστοτέλει, ἀντιλέγων, ἀλλὰ καὶ κουφότερον αὐτὸν γίνεσθαι φυσηθέντα βουλόμενος.*

33) SIMPLICIUS, de coelo, S. 711.

34) SIMPLICIUS, de coelo, S. 711, 22: *τὸν μὲν ἀέρα ἐν μόνῳ πυρὶ βαρύτητα ἔχειν, οὗ ἐστι βαρύτερος, τὸ δὲ ὕδωρ ἐν μόνῃ τῇ γῇ κουφότητα, ἧς ἐστι κουφό-*



Die Schweretheorie des ARISTOTELES wies schon in ihren Grundlagen zahlreiche Schwächen auf, von denen namentlich zwei den Gegnern der aristotelischen Auffassung geeignete Angriffspunkte boten. Die eine der beiden lag in der unphysikalischen Vorstellung, daß das Ziel der Bewegung der schweren Körper nicht wieder ein Körper sei, sondern ein nur begrifflich existierendes, man könnte fast sagen, metaphysisches Gebilde, wie es ja der Mittelpunkt des Universums gewiß ist. Namentlich die absonderlichen Konsequenzen, die sich aus dieser Hypothese ergaben, mußten geeignet erscheinen, sie zu widerlegen. Daß der Theorie des ARISTOTELES zufolge, wie übrigens dieser selbst aus seinen Annahmen schloß[35]), Massen von vielend tausend Zentnern, die durch die Tiefe der Erde stürzten, bei Erreichung des Mittelpunktes stehen bleiben müßten, ohne daß ihnen etwas entgegenträte oder sie stützte, daß, wenn sie selbst durch ihre Wucht in ihrem Falle über den Mittelpunkt hinaus gelangten, sie doch wieder von selbst umkehren müßten, — führt namentlich Plutarch[36]) an, um durch die Absurdität der Schlußfolgerungen die Unhaltbarkeit ihrer Voraussetzungen zu erweisen. Auch Lucrez findet es unverständlich, warum dem Mittelpunkte die Fähigkeit zukommen sollte, Körper festzuhalten, da doch überall das Leere, ob nun im Mittelpunkte oder nicht, jedem schweren Körper weichen müsse.[37]) Auch die Schwierigkeiten, mit denen die Annahme eines Zentrums im unendlichen Weltenraume verbunden sei, heben sowohl PLUTARCH[38]) als auch LUCREZ[39]) hervor.

Eine weitere Schwäche der aristotelischen Theorie lag in der überflüssigen Annahme absolut leichter Körper. Diesen Irrtum der peripatetischen Physik bekämpften namentlich die Atomiker, die ebenso wie Straton die Annahme einer absoluten Leichtigkeit verwarfen und

---

τερον, καὶ πάλιν τὸν μὲν ἀέρα καὶ ἐν αὐτῷ καὶ ἐν τοῖς μετ' αὐτὸν κουφότητα, τὸ δὲ ὕδωρ καὶ ἐν αὐτῷ καὶ ἐν τοῖς πρὸ αὐτοῦ βαρύτητα.

Ἀλλὰ ταῦτα μὲν τῷ φιλοσοφωτάτῳ Συριανῷ δοκοῦντα εἰρήσθω.

35) Vgl. Anm. 53.

36) de fac. in orb. lun., c. 7, 4: *οὐ μύδρους χιλιοταλάντους διὰ βάθους τῆς γῆς φερομένους, ὅταν ἐξίκωνται πρὸς τὸ μέσον, ἵστασθαι, μηδενὸς ἀπαντῶντος μηδὲ ὑπερείδοντος; εἰ δὲ ῥύμῃ κάτω φερόμενοι τὸ μέσον ὑπερβάλλοιεν, αὖθις ὀπίσω στρέφεσθαι καὶ ἀνακάμπτειν ἀπ' αὐτῶν;*

37) de rer. nat. I, V. 1046: Illud in his rebus longe fuge credere Memmi,
In medium summae quod dicunt omnia niti.
ib, I., V. 1068: Omnis enim locus ac spatium, quod inane vocamus,
Per medium, per non medium concedere debet
Aeque ponderibus, motus qua cumque feruntur.

38) de rep. Stoic., c. 44.

39) de rer. nat. I, 1064: nam medium nil esse potest.

allen Körpern Schwere zuschrieben. Die einzig natürliche Bewegung erblickten sie in der nach unten gerichteten, die jedoch — wenigstens nach Ansicht der Atomiker — keineswegs eine Bewegung zu dem Mittelpunkte des Alls bedeutet, sondern in lauter parallelen, nirgendshin konvergierenden Linien in endloser Dauer erfolgt. Nach oben soll sich indessen zufolge dieser Theorie alles nur gezwungen unter dem Einflusse einer Kraft durch die sogenannte „Wegdrängung" bewegen. Die bisweilen zu beobachtende Aufwärtsbewegung leichter Körper suchten nämlich STRATON und die Atomiker durch die Annahme zu erklären, daß bei dem Niedersinken des Schweren das minder Schwere von jenem gewaltsam nach oben gedrängt würde. Nähme also jemand die Erde weg, so müßte dieser Theorie zufolge dann das Wasser zu unterst sein, wenn man auch dieses entfernte, die Luft, und wenn auch diese, das Feuer.[40])

Die von STRATON und den Atomikern vertretene Theorie der Schwere bedeutete jedenfalls einen großen Fortschritt auf dem Gebiete der Physik, und so konnten denn auch die Argumente, die die Gegner der atomistischen Gravitationsauffassung gegen diese vorbrachten, lediglich auf falschen Annahmen oder Beobachtungen beruhen. Daß mit dieser Theorie die von manchen behauptete Beschleunigung bei der Aufwärtsbewegung des Feuers sowie die angeblich auch hiebei bestehende Proportionalität zwischen der Menge des Feuers und seiner Geschwindigkeit in Widerspruch stehe, ist eigentlich alles, was ARISTOTELES gegen die gegnerische Lehre vorzubringen weiß.[41])

Eine eigenartige Mittelstellung nimmt zwischen der aristotelischen und der zuletzt besprochenen Theorie die von Platon begründete Auffassung der Gravitation ein. Berührt sie sich in der Verwerfung der An-

---

40) SIMPLICIUS, de coelo, S. 267, 30 (ed. HEIBERG): *ταύτης δὲ γεγόνασι τῆς δόξης μετ' αὐτὸν Στράτων τε καὶ Ἐπίκουρος πᾶν σῶμα βαρύτητα ἔχειν νομίζοντες καὶ πρὸς τὸ μέσον φέρεσθαι, τῷ δὲ τὰ βαρύτερα ὑφιζάνειν τὰ ἧττον βαρέα ὑπ' ἐκείνων ἐκθλίβεσθαι βίᾳ πρὸς τὸ ἄνω, ὥστε εἴ τις ὑφεῖλε τὴν γῆν, ἐλθεῖν ἂν τὸ ὕδωρ εἰς τὸ κέντρον, καὶ εἴ τις τὸ ὕδωρ, τὸν ἀέρα, καὶ εἰ τὸν ἀέρα, τὸ πῦρ.* Vgl. AETIUS, I, 12, 7: *Στράτων μεν προςεῖναι τοῖς σώμασι φυσικὸν βάρος, τὰ δὲ κουφότερα τοῖς βαρυτέροις ἐπιπολάζειν οἷον ἐκπυρηνιζόμενα.* Vgl. PLATON, Tim. 62C: *τὸν ἄνω τόπον, πρὸς ὃν ἀκουσίως ἔρχεται πᾶν.* ARISTOTELES, de coelo I, 8, 277b, 1: *οὐδὲ βίᾳ ὥσπερ τινές φασι τῇ ἐκθλίψει (τὸ μὲν ἄνω φέρεται)*; LUCREZ, de rer. nat. II, V. 184ff.; PHILO, de provid. II, 62; THEMISTIUS, de coelo, S. 50, ed. LANDAUER.

41) ARISTOTELES, de coelo, I, 8, 277a, 33: *ἀλλὰ μὴν οὐδ' ὑπ' ἄλλου φέρεται αὐτῶν τὸ μὲν ἄνω τὸ δὲ κάτω· οὐδὲ βίᾳ ὥσπερ τινές φασι τῇ ἐκθλίψει, βραδύτερον γὰρ ἂν ἐκινεῖτο τὸ πλεῖον πῦρ ἄνω καὶ ἡ πλείων γῆ κάτω· νῦν δὲ τοὐναντίον· ἀεὶ τὸ πλεῖον πῦρ θᾶττον φέρεται καὶ ἡ πλείων γῆ εἰς τὸν αὑτῆς τόπον· οὐδὲ θᾶττον ἂν πρὸς τῷ τέλει ἐφέρετο, εἰ τῇ βίᾳ καὶ τῇ ἐκθλίψει· πάντα γὰρ τοῦ βιασαμένου πορρωτέρω γιγνόμενα βραδύτερον φέρεται.*



nahme einer absoluten Leichtigkeit mit der Theorie STRATONS und der Atomiker [42]), so zeigt sie wieder viele Ähnlichkeit mit der aristotelischen durch die scharfe Hervorkehrung einer Vorstellung, die auch in jener eine große Rolle spielt. Der Gedanke, daß jedem Grundstoffe ein bestimmter, ihm „eigener" Ort zukomme, liegt auch der platonischen Lehre zugrunde. Ihr großer Wert aber, ihre Überlegenheit gegenüber den beiden anderen Theorien, die, wenn auch schärfer erst später ausgebildet, doch immerhin bis auf Platons Zeit zurückgehen, besteht darin, daß sie in der Schwere das Streben des Verwandten zum Verwandten, des Teiles zum Ganzen erkannte. Von unserer heutigen Vorstellung unterscheidet sich diese Anschauung eigentlich nur dadurch, daß sie die Gravitation noch nicht in demselben Maße als einheitliche Eigenschaft der gesamten Materie erfaßte, indem sie sie nicht zwischen beliebigen Körpern, sondern nur zwischen Mengen desselben Grundstoffes wirken ließ.

Die Richtung der natürlichen Bewegung führt der platonischen Theorie zufolge zu dem Orte, an dem sich die größte Menge des gleichartigen, verwandten Stoffes befindet; denn nach PLATONS Vorstellung sind die verschiedenen Stoffe im Weltall durch den Demiurgen räumlich geordnet worden [43]). Durch diese Erklärung der Gravitation fällt auch die schwierige Frage weg, ob man neben schweren auch leichte Körper annehmen solle. Denn die Bewegung zum Verwandten ist, wie PLATON lehrt, allem gemein; sie ist es, die das Bewegte schwer macht und den Ort, zu dem hin die Bewegung erfolgt, zu dem unten gelegenen. [44]) Wie im Bereiche der Erde das Erdige, so erscheine in dem Teile des Weltraumes, in dem das Feuer seinen natürlichen Ort habe, das Feurige schwer. [45]) Wie das Verwandte das „Unten", so stellt alles Fremdartige für jeden Körper das „Oben" dar, zu dem er sich nur gegen seine Natur unter dem Einflusse eines Zwanges bewegen kann. PLATON erkennt also nur eine relative Leichtigkeit an; sie äußert sich in dem geringeren Widerstande, den ein Körper einer erzwungenen Bewegung zum Fremdartigen entgegensetzt und der im allgemeinen auf die geringere Größe zurückzuführen ist. [46])

An die platonische Theorie der Gravitation schloß sich neben manchen

---

42) Vgl. SIMPLICIUS, de coelo, S. 269, ed. HEIBERG.

43) Vgl. TIMAIOS 52.

44) Tim. 63 E: *ἡ μὲν πρὸς τὸ ξυγγενὲς ὁδὸς ἑκάστοις οὖσα βαρὺ το φερόμενον ποιεῖ, τὸν δὲ τόπον εἰς ὃν τὸ τοιοῦτον φέρεται κάτω.* Vgl. THEOPHRAST, de sens., c. 15, 33; c. 16, 88.

45) Tim. 63 B.

46) Tim. 63 D: *τὸ δὲ σμικρότερον ῥᾷον τοῦ μείζονος βιαζομένοις εἰς το ἀνόμοιον πρότερον ξυνέπεται· κοῦφον οὖν αὐτὸ προσειρήκαμεν, καὶ τὸν τόπον εἰς ὃν βιαζόμεθ' ἄνω.* Vgl. Tim. 63 C.

anderen, wie Marc Aurel[47]) und Johannes Philoponus[48]) besonders Plutarch[49]) an. Er bekämpft auf das entschiedenste jene Auffassung, die in dem Mittelpunkte des Alls das Ziel der natürlichen Bewegung erblickt. Nicht aus dem Grunde, den ARISTOTELES und die Stoiker angaben, ziehe die Erde die schweren Körper an, sondern sie tue es, weil diese ihre Teile seien.[50]) Wie die Sonne ihre Bestandteile zu sich wende, so empfange auch die Erde den fallenden Stern als etwas Eigenes und ihr Gehöriges.[51]) Die Bewegung eines jeden Körpers zur Erde sei nur ein Zeichen der Verwandtschaft und natürlichen Gemeinschaft, die zwischen ihr und dem von ihr entfernt Gewesenen und zu ihr wieder Zurückkehrenden bestehe.[52])

II. Die natürliche Bewegung.

Mit den verschiedenen Anschauungen, die die antiken Physiker über das Wesen der Schwere hatten, hängen auf das engste auch ihre Ansichten über den Verlauf der natürlichen Bewegung zusammen. Die Atomiker mußten diese infolge ihrer Vorstellungen über den Fall der Atome als räumlich und zeitlich unbegrenzt ansehen; nach ihrer Ansicht kann also die natürliche Bewegung nur dann ein Ende finden, wenn ein anderer Körper dem fallenden in den Weg kommt. PLATON und seine Anhänger lassen die Bewegung so lange fortdauern, bis die erstrebte Vereinigung des Verwandten mit dem Verwandten erfolgt ist. Die Forscher aber, die in dem Mittelpunkte des Alls das Ziel der nach unten gerichteten Bewegung erblickten, mußten zu der merkwürdigen Folgerung gelangen, daß bei Erreichung des Zentrums die Bewegung sofort aufhöre, daß also, wie ARISTOTELES ausdrücklich lehrt, „alles nach unten Bewegte nie weiter als bis zum Mittelpunkte durchdringen könne, von wo

47) Medit. IX, 9: *ὅσα κοινοῦ τινος μετέχει, πρὸς ὁμογενὲς σπεύδει. Τὸ γεῶδες πᾶν ῥέπει ἐπὶ γῆν, τὸ ὑγρὸν πᾶν σύρρουν, τὸ ἀερῶδες ὁμοίως· ὥστε χρῄζειν τῶν διειργόντων καὶ βίας.*

48) Vgl. Physik, S. 599, 23, ed. VITELLI: *πᾶν γὰρ τοῦ συγγενοῦς ἐρᾷ.*

49) In späterer Zeit begegnen wir ähnlichen Vorstellungen über das Wesen der Gravitation besonders bei Koppernikus (de revolutionibus orbium coelestium 1543), Kepler (Astronomia 1609) und Gilbert (de mundo nostro sublunari, um 1600 verfaßt).

50) PLUTARCH, de fac. in orb. lun., c. 8, 2: *οὐχ ὡς μέσον οὖσα τοῦ παντος ἡ γῆ μᾶλλον, ἢ ὡς ὅλον, οἰκειώσεται μέρη αὐτῆς ὄντα τὰ βάρη.*

51) ib. c. 8, 3: *ὡς γὰρ ὁ ἥλιος εἰς ἑαυτὸν στρέφει τὰ μέρη ἐξ ὧν συνέστηκε, καὶ ἡ γῆ τὸν λίθον ὥσπερ ἴδιον καὶ προσήκοντα δέχεται καὶ φέρει πως ἐκεῖνον.*

52) ib. c. 8, 2: *τεκμήριον πρὸς τὴν γῆν κοινωνίας τινὸς καὶ συμφυΐας τοῖς ἀπωσμένοις αὐτῆς, εἶτα πάλιν καταφερομένοις.*

immer es auch komme". [53]) Denn wenn der Körper, wie näher ALEXANDER VON APHRODISIAS ausführte, auch nur um ein kleines Stück über den Mittelpunkt hinaus bewegt würde, so würde er ja nicht mehr nach unten, sondern nach oben bewegt werden, was seiner ganzen Natur widerspräche, also unmöglich sei [54]). Auf die Unhaltbarkeit dieser Anschauung haben bei Bekämpfung der aristotelisch-stoischen Schweretheorie besonders PLUTARCH und LUCREZ hingewiesen. [55])

Ein verhängnisvoller, besonders von Aristoteles in die Wissenschaft eingeführter Irrtum war die indessen wohl schon vor seiner Zeit verbreitete Annahme, daß ein Körper um so rascher falle, je schwerer er sei, daß also unter sonst gleichen Umständen, wie ARISTOTELES lehrt, die Geschwindigkeiten zweier Körper in demselben Verhältnisse stünden wie ihre Größen. [56]) Das Analoge behauptet ARISTOTELES übrigens auch von den leichten Körpern. Je größer die Menge des Feuers sei, desto leichter sei es und um so rascher werde es nach aufwärts bewegt. [57]) Die aristotelische Ansicht über den rascheren Fall der schweren Körper — die übrigens auch HERON in seiner Mechanik vertrat [58]) — wirkt um so befremdender, als der Einfluß, den ein Medium auf die Geschwindigkeit der in ihm bewegten Körper ausübt, keineswegs ARISTOTELES unbekannt blieb, er in ganz richtiger Weise auch erkannte, daß schon durch seine Gestalt das Größere rascher das Medium zerteilen müsse als das Kleine [59]),

---

53) de coelo I, 6, 273a, 11: *εἰ γὰρ ὁποθενοῦν φέροιτο κάτω τὸ ὑφιστάμενον, ουκ ἐνδέχεται πόρρω διελθεῖν τοῦ μέσου.* Vgl. SIMPLICIUS, de coelo, S. 217, ed. HEIBERG; THEMISTIUS, de coelo, S. 30, ed. LANDAUER.

54) SIMPLICIUS, de coelo, S. 217, 9, ed. HEIBERG: *ἅμα τῷ παραλλάξαι τὸ μέσον, εἴ τι παραλλάξει, μηκέτι κάτω φέρεσθαι, ἀλλὰ πρὸς τὸ ἄνω ὅπερ ἀδύνατον· ἔσται γὰρ αὐτὸ ἑαυτῷ ἐναντίον.*

55) Vgl. Anm. 36 und 37.

56) Phys. IV, 8, 216a, 13: *ὁρῶμεν γὰρ τὰ μείζω ῥοπὴν ἔχοντα ἢ βάρους η κουφότητος ἐὰν τἆλλα ὁμοίως ἔχῃ τοῖς σχήμασι, θᾶττον φερόμενα τὸ ἴσον χωρίον, καὶ κατὰ λόγον ὃν ἔχουσι τὰ μεγέθη πρὸς ἄλληλα.* Vgl. SIMPLICIUS, de coelo, S. 22, ed. HEIBERG; THEMISTIUS, de coelo, S. 32, ed. LANDAUER. Mit der Annahme, daß die Fallzeit der Schwere umgekehrt proportional sei, beweist auch ARISTOTELES (de coelo I, 6), daß das Weltall nicht unendlich groß sein könne. Denn gäbe es einen unendlich großen Körper, so gäbe es auch einen unendlich schweren (bezw. unendlich leichten); folglich müßte dann eine endliche Strecke in unendlich kurzer Zeit zurückgelegt werden, was aber unmöglich sei.

57) de coelo IV, 2, 308b, 18: *ὅσῳ γὰρ ἂν ᾖ πλεῖον, κουφότερόν* (τὸ πῦρ) *ἐστι καὶ ἄνω φέρεται θᾶττον.* Vgl. de coelo I, 8, 277b, 4: *ἀεὶ τὸ πλεῖον πῦρ θᾶττον φέρεται καὶ ἡ πλείων γῆ εἰς τὸν αὑτῆς τόπον.*

58) S. 176d, ed. NIX.

59) Phys. IV, 8, 216a, 18: *θᾶττον γὰρ διαιρεῖ τῇ ἰσχύει τό μεῖζον· ἢ γὰρ σχήματι διαιρεῖ ἢ ῥοπῇ.* Vgl. de coelo IV, 6, 313a, 14: *τὰ δὲ σχήματα οὐκ αἴτια τοῦ φέρεσθαι ἁπλῶς ἢ κάτω ἢ ἄνω, ἀλλὰ τοῦ θᾶττον ἢ βραδύτερον.* SIMPLICIUS,



ja er sogar zu dem Schluß gelangte, daß im leeren Raume alle Körper gleich schnell fallen müßten. Diese Erkenntnis bot ihm jedoch nur einen Beweis für die Unmöglichkeit eines leeren Raumes, da er infolge bestimmter, später zu erörternder Annahmen diese Geschwindigkeit im leeren Raume unendlich groß annehmen zu müssen glaubte. [60])

Die Vorstellung, daß das Größere rascher falle als das Kleinere, liegt auch dem atomistischen Systeme LEUKIPPS und DEMOKRITS zugrunde, die durch diese Annahme die Zusammenstöße der Atome und die hiedurch verursachten Wirbelbildungen zu erklären suchten. Erst EPIKUR bekämpfte das Unphysikalische dieser Behauptung und erkannte in ganz richtiger Weise, daß die Atome bei ihrem Falle durch den leeren Raum, da sich ihnen nichts in den Weg stelle, durchweg gleiche Geschwindigkeit besitzen müßten, daß „infolge des Fehlens eines Widerstandes weder das Schwere rascher bewegt werden könne als das Leichte, noch auch das Kleine schneller als das Große“ [61]).

Daß der freie Fall eine beschleunigte Bewegung darstellt, war im Altertume bereits allgemein bekannt [62]); ja manche, wie ARISTOTELES, schlossen sogar aus dieser Erscheinung — gewiß eher infolge eines Analogieschlusses als auf Grund von Beobachtungen — daß auch die natürliche Bewegung nach oben mit wachsender Geschwindigkeit vor sich gehe [63]). Zum Nachweise der Beschleunigung beim freien Falle führte Straton besonders zwei Erscheinungen an: daß ein von größerer Höhe kommender Wasserstrahl unten in Tropfen aufgelöst erscheine, während er oben zusammenhänge, daß ferner ein aus geringer Höhe fallendes Gewicht

---

de coelo, S. 266, 3, ed. HEIBERG: *τινὲς δὲ καὶ οὐκ ὀλίγοι φασὶ ... τὰ βαρύτερα διὰ τοῦτο ταχύτερον φέρεσθαι, ὅτι ῥᾷον ἐκεῖνα διαιρεῖ τὸν ὑποκείμενον ἀέρα.*

60) Phys. IV, 8, 216 a, 20: *ἰσοταχῆ ἄρα πάντ᾽ ἔσται· ἀλλ᾽ ἀδύνατον.*

61) DIOGENES LAERT., X, 61: *καὶ μὴν καὶ ἰσοταχεῖς ἀναγκαῖον τὰς ἀτόμους εἶναι, ὅταν διὰ τοῦ κενοῦ εἰςφέρωνται μηδενὸς ἀντικόπτοντος· οὔτε γὰρ τὰ βαρέα θᾶττον οἰσθήσεται τῶν μικρῶν καὶ κούφων, ὅταν γε δὴ μηδὲν ἀπαντᾷ αὐτοῖς, οὔτε τὰ μικρὰ τῶν μεγάλων.* Vgl. LUCREZ, de rer. nat. II, V, 238:

Omnia quapropter debent per inane quietum
Aeque ponderibus non aequis concita ferri.
Haud igitur poterunt levioribus incidere umquam
Ex supero graviora neque ictus gignere per se.

62) SIMPLICIUS, Phys., S. 916, 4, ed. DIELS: *ἐπειδὴ δὲ τοῦτο τὸ πρὸς τοῖς οἰκείοις τόποις θᾶττον φέρεσθαι τὰ κατὰ φύσιν φερόμενα ὡς ἀξίωμα πάντες προφέρουσι ...*

63) de coelo I, 8, 277 a, 27: *τεκμήριον δὲ τοῦ μὴ εἰς ἄπειρον φέρεσθαι καὶ τὸ τὴν γῆν μὲν ὅσῳ ἂν ἐγγυτέρω ᾖ τοῦ μέσου, θᾶττον φέρεσθαι, τὸ δὲ πῦρ, ὅσῳ ἂν τοῦ ἄνω.*

keinen Schlag auf dem Boden verursache, wohl aber eines, das eine größere Strecke durchlaufen.[64])

Über die Ursache der Beschleunigung bestanden im Altertume mehrere Hypothesen, die sämtlich von der Vorstellung ausgingen, daß eine Änderung der Geschwindigkeit auch mit einer Änderung des die Bewegung beeinflussenden Kräftesystems verbunden sein müsse und die daher die Zunahme der Schnelligkeit entweder auf eine Vermehrung der Schwerkraft oder aber auf eine Verminderung des Luftwiderstandes oder einer sonstigen entgegenwirkenden Kraft zurückzuführen suchten.

Für die erste Möglichkeit einer Erklärung entschied sich ARISTOTELES. Er knüpft an seine Anschauung an, daß die Bewegung eines jeden Körpers zu dem natürlichen Orte nur eine Bewegung in die eigene „Form" bedeute[65]), also nur einen Spezialfall alles Geschehens darstelle, nämlich einen Übergang aus dem Zustande des „Stoffes" in den der „Form", aus dem Zustande des potenziellen Seins in den der Aktualität. Je näher dem natürlichen Orte der Körper gelangt ist, in desto größerem Maße hat sich dieser Übergang vollzogen; der höheren Aktualität entspricht aber nach der Vorstellung des ARISTOTELES auch eine höhere Wirksamkeit, die sich durch eine Zunahme des Strebens nach dem natürlichen Orte kundgibt, sich also in einer Vermehrung der Schwere oder Leichtigkeit äußert, je nachdem die natürliche Bewegung nach oben oder nach unten gerichtet ist.[66])

Zur Bestätigung dieser Theorie schlägt sogar Simplicius, der ebenso wie Alexander von APHRODISIAS[67]) die aristotelische Hypothese weiter ausgestaltete, ein Experiment vor, von dem wir allerdings nicht wissen, ob und mit welchem Erfolge es ausgeführt wurde. Man solle, wie

64) SIMPLICIUS, Physik, S. 916, ed. DIELS.

65) de coelo IV, 3, 310a, 33: *τὸ δ' εἰς τὸν αὐτοῦ τόπον φέρεσθαι ἕκαστον τὸ εἰς τὸ αὐτοῦ εἶδός ἐστι φέρεσθαι.* Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 1206--1220, ed. DIELS.

66) Phys. V, 7. Vgl. SIMPLICIUS, de coelo, S. 266, 33, ed. HEIBERG: *τοῦτο δὲ* (sc. *τὸ προσθήκην ἴσχειν τὸ βάρος καὶ τὴν κουφότητα) ἂν εἴποι γίνεσθαι Ἀριστοτέλης τοῦ πλησιάζοντος τῷ οἰκείῳ τόπῳ εἰλικρινέστερον ἀεὶ τὸ εἶδος ἀπολαμβάνοντος καὶ διὰ τοῦτο, εἰ μὲν βαρὺ τυγχάνει, βαρυτέρου γινομένου, εἰ δὲ κοῦφον κουφοτέρου.* Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 916, 5, ed. DIELS: *τὴν μὲν αἰτίαν εὔλογον ἀποδιδόασι δυναμοῦσθαι λέγοντες αὐτὰ* (sc. *τὰ κατὰ φύσιν φερόμενα) μᾶλλον πλησιάζοντα τῇ οἰκείᾳ ὁλότητι ὡς τελειούμενα τότε μᾶλλον κατὰ τὸ εἶδος.*

67) SIMPLICIUS, de coelo, S. 265, 17: *ἔτι δέ, φησὶ (ὁ Ἀλέξανδρος) καὶ εἰ τῷ βάρει κατὰ φύσιν ἐστὶ τὸ εἶναι ἐν τῷ κάτω· διὰ γὰρ τοῦτο καὶ ἡ ἐπὶ τοῦτο κίνησις· εἴη ἂν τελέως βαρέα καὶ τὸ οἰκεῖον κατὰ τοῦτο εἶδος ἀπειληφότα, ὅταν ἐν τῷ κάτω ᾖ, καὶ ἐγγυτέρω ἤδη γινόμενα καὶ πλησιάζοντα τῷ κατὰ τὴν ῥοπὴν τελειότητα ἔχειν εὔλογον προσθήκην τινὰ καὶ ἐπίδοσιν κατὰ τὸ βάρος λαμβάνειν.*



SIMPLICIUS rät, einen Körper von einem Berge oder von einem hohen Baume hinabhängen lassen und ihn so wägen. Er müßte dann, die Richtigkeit der Hypothese vorausgesetzt, da er jetzt dem Mittelpunkte näher sei als das Gegengewicht, eine größere Schwere zeigen, als unten auf der Erde gewogen, wo sich auf beiden Seiten die Last in demselben Niveau befände [68]).

Eine zweite Theorie, die die Beschleunigung nicht durch eine Zunahme der Schwere, sondern durch eine Verminderung eines Widerstandes [69]) erklärte, hat uns SIMPLICIUS überliefert, ohne uns jedoch näher ihre Anhänger zu bezeichnen; er erwähnt nur, daß sie „nicht wenige" gewesen seien. Sie zogen die Menge der Luft in Betracht, die sich zwischen dem bewegten Körper und dem Ziele der Bewegung befindet. Diese wirke infolge ihres Auftriebes der Abwärtsbewegung der Körper ebenso entgegen wie das Wasser sinkenden Gegenständen und lasse die Körper daher leichter erscheinen, als sie in der Tat seien. Dies sei natürlich in um so höherem Maße der Fall, je größer die Menge der Luft sei, die den Körper trage, am meisten also bei Beginn der natürlichen Bewegung, die deshalb am Anfange langsamer vor sich gehe und erst in ihrem weiteren Verlaufe immer schneller werde [70]).

Eine dritte Theorie zur Erklärung der Beschleunigung beim freien Falle stammt von dem großen Astronomen Hipparch. Dieser betrachtete, um das Problem zu lösen, den freien Fall als eine besondere Erscheinung der Wurfbewegung. Er wies darauf hin, wie bei dieser einer im Altertume verbreiteten Theorie zufolge die Kraft, die den Körper aufwärts geschleudert habe, zunächst noch die Oberhand über die Schwerkraft des geworfenen Körpers behalte, dadurch die Aufwärtsbewegung des Körpers hervorrufe und diese um so rascher vor sich gehe, je größer die

68) SIMPLICIUS, de coelo, S. 267.

69) SIMPLICIUS, de coelo. S. 266, 16: *εἰ δὲ τοῦτο ἀληθές, οὐ προσθήκῃ βάρους, ὡς ὁ Ἀριστοτέλης φησίν, ἡ κατὰ τὴν ταχύτητα ἐπίδοσις γίνεται, ἀλλ' ἀναιρέσει τοῦ ἐμποδίζοντος.*

70) SIMPLICIUS, de coelo, S. 266, 3: *τινὲς δὲ καὶ οὐκ ὀλίγοι αἴτιον εἶναί φασι τοῦ τὰ φερόμενα πρὸς τὸ κάτω, ὅσῳ πλησιαίτερον γίνεται τοῦ κάτω, τοσούτῳ θᾶττον φέρεσθαι τὸ τὰ μὲν ἀνωτέρω ὄντα ὑπὸ πλείονος ἀέρος ὀχεῖσθαι τοῦ ὑποκειμένου, τὰ δὲ κατωτέρω γινόμενα ὑπὸ ἐλάττονος, καὶ τὰ βαρύτερα δὲ διὰ τοῦτο ταχύτερον φέρεσθαι, ὅτι ῥᾷον ἐκεῖνα διαιρεῖ τὸν ὑποκείμενον ἀέρα. ὡς γὰρ τὰ ἐν ὕδατι καταφερόμενα κουφότερα δοκεῖ τοῦ ὕδατος ἀνέχοντος καὶ ἀντιπράττοντος αὐτῶν τῇ κάτω φορᾷ, οὕτως καὶ τὰ ἐν ἀέρι πάσχειν εὔλογον, καὶ ὅσῳ πλείων ὁ ὑποκείμενος ἀήρ ἐστι, τοσούτῳ μᾶλλον ἀνεχόμενα κουφότερα δοκεῖν.* Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 916, 7: *ἄλλοι δὲ τὸ πλῆθος τοῦ μεταξὺ ἀέρος ἐμποδίζειν λέγουσι τοῖς ἐπὶ τὸ ἄνω ἢ κάτω κινουμένοις, ἕως ἂν πλησιάζοντα τοῖς οἰκείοις τόποις ὀλίγον ἀπολίπῃ τὸ μεταξύ.*



Kraft sei. Wenn aber dann diese, wie HIPPARCH glaubte, verbraucht und infolgedessen vermindert werde, verlangsame sich die Aufwärtsbewegung immer mehr, der Körper bewege sich schlielich unter dem Einflusse der eigenen Schwere nach abwärts und zwar um so rascher, je geringer die Kraft werde, die ihn in die Höhe schleuderte, und schließlich am raschesten, wenn jene Kraft völlig verschwunden sei. Ganz ähnlich soll es nun auch bei den fallenden Körpern sein. Denn auch bei diesen behalte bis zu einem bestimmten Augenblicke die Kraft, die sie zurückgehalten habe[71]), ihren Einfluß. Sie wirke der Bewegung entgegen und verursache es so, daß sich das Fallende anfangs langsamer bewege[72]).

III. Die erzwungene Bewegung.

Die Einteilung der Bewegungen in natürliche und erzwungene hatte zur Folge, daß der Kraftbegriff in der antiken Physik eine viel geringere Bedeutung erlangte als in der modernen. Untersuchungen über das Wesen der Kraft und über ihre meßbaren Beziehungen zu anderen Bewegungsgrößen standen mit den Betrachtungen über die natürliche Bewegung kaum in irgend einem Zusammenhange und blieben daher fast ganz auf das weniger erforschte Gebiet der erzwungenen Bewegungen beschränkt. Die Beziehungen, die die Alten zwischen der Masse eines Körpers, der auf ihn wirkenden Kraft und der durch diese hervorgerufenen Bewegung aufstellten, sind von denen der neueren Physik vor allem dadurch unterschieden, daß in den antiken Formeln — infolge der Unkenntnis des Beharrungsvermögens — an Stelle der Geschwindigkeitsänderung die Geschwindigkeit selbst erscheint.

71) Die Ansicht, daß eine Kraft nicht nur notwendig sei, um eine andere als die natürliche Bewegung zu bewerkstelligen, sondern auch, um einen Körper an einem anderen als seinem natürlichen Orte in Ruhe zu erhalten, entwickelt auch ARISTOTELES in seiner Physik (V, 6). Vgl. auch HERON, Mechanik, S. 54, ed. NIX: „Die Last benötigt nicht einer Kraft, die sie bewegt, sondern einer Kraft, die sie stützt, damit sie sich nicht bewege."

72) SIMPLICIUS, de coelo, S. 264, 25: *Ἵππαρχος δὲ ἐν τῷ ἐπιγραφομένῳ Περὶ τῶν διὰ βαρύτητα κάτω φερομένων ἐπὶ μὲν τῆς ἀναρριφθείσης ἄνω γῆς τὴν ἀναρρίψασαν ἰσχύν, ἕως ἂν κρατῇ τῆς τοῦ ῥιπτουμένου δυνάμεως, αἰτίαν εἶναί φησι τῆς ἄνω φορᾶς, καὶ ὅσῳ αὕτη κρατεῖ, τοσούτῳ θᾶττον ἐπὶ τὸ ἄνω φέρεσθαι τὸ φερόμενον, ἐλαττουμένης δὲ ἐκείνης πρῶτον μὲν μηκέτι ἐν ὁμοίῳ τάχει ἄνω φέρεσθαι, λοιπὸν δὲ κάτω φέρεσθαι χρώμενον τῇ οἰκείᾳ ῥοπῇ παραμενούσης πως καὶ τῆς ἀναπεμψάσης δυνάμεως, ἐξιτήλου δὲ μᾶλλον γινομένης τὸ καταφερόμενον ἀεὶ μᾶλλον θᾶττον φέρεσθαι καὶ τάχιστα, ὅταν ἐκείνη τελέως ἐπιλείπῃ. τὴν αὐτὴν δὲ αἰτίαν ἀποδίδωσι καὶ τῶν ἄνωθεν ἀφιεμένων· καὶ γὰρ τούτοις μέχρι τινὸς παραμένειν τὴν τοῦ κατασχόντος αὐτὰ δύναμιν, ἣν ἐναντιουμένην αἰτίαν γίνεσθαι τοῦ βραδύτερον κατ' ἀρχὰς φέρεσθαι τὸ ἀφεθέν.*

Das Gesetz, in das Aristoteles seine Anschauungen kleiden würde hätte die Gestalt

$$\frac{m \cdot s}{K \cdot t} = \text{constans},$$

in welcher Formel m die bewegte Masse, K die Kraft, s den zurückgelegten Weg und t die hierzu erforderliche Zeit bedeuten würde. ARISTOTELES gesteht diesem Gesetze jedoch nur dann unbedingte Gültigkeit zu, wenn das Verhältnis zwischen Masse und Kraft ungeändert bleibt; dann müßten stets Weg und Zeit einander umgekehrt proportional, die Geschwindigkeit also konstant sein [73]). Werden hingegen die Größen m und K beliebig variiert, so verliert das Gesetz nach ARISTOTELES seine allgemeine Gültigkeit, da in diesem Falle auch der Einfluß der Reibung in Betracht kommt, den ARISTOTELES allerdings infolge seiner Unkenntnis des Beharrungsvermögens völlig verkennt.

Es kann nämlich, wie er meint, die frühere Formel nur Geltung haben, wenn das Verhältnis der Masse zur Kraft einen bestimmten Wert — er soll im Folgenden mit α bezeichnet werden — nicht überschreitet. Weiß man also auch, daß einer gegebenen Masse eine bestimmte Kraft eine bestimmte Geschwindigkeit erteilt, so kann man daraus zwar nach ARISTOTELES schließen, daß die doppelte Kraft die doppelte Geschwindigkeit dem Körper gebe, dagegen nicht unbedingt daraus folgern, daß mit der halben Kraft auch die halbe Geschwindigkeit erzielt werde, da ja, wenn auch

$$\frac{m}{K} < \alpha$$

ist, dennoch

$$\frac{m}{\frac{1}{2} K} > \alpha$$

sein und die frühere Gleichung hierdurch ihre Gültigkeit für die neuen Werte verlieren kann [74]). Es sei nämlich möglich, daß die neue Kraft

---

73) Physik, VII, 5, 249b, 30: *εἰ δὴ τὸ μὲν A τὸ κινοῦν, τὸ δὲ B τὸ κινούμενον, ὅσον δὲ κεκίνηται μῆκος τὸ Γ, ἐν ὅσῳ δὲ ὁ χρόνος ἐφ᾽ οὗ Δ, ἐν δὴ τῷ ἴσῳ χρόνῳ ἡ ἴση δύναμις ἡ ἐφ᾽ οὗ A τὸ ἥμισυ τοῦ B διπλασίαν τῆς Γ κινήσει, τὴν δὲ τὸ Γ ἐν τῷ ἡμίσει τοῦ Δ· οὕτω γὰρ ἀνάλογον ἔσται. καὶ εἰ ἡ αὐτὴ δύναμις τὸ αὐτὸ ἐν τῳδὶ τῷ χρόνῳ τοσήνδε κινεῖ, καὶ τὴν ἡμίσειαν ἐν τῷ ἡμίσει καὶ ἡ ἡμίσεια ἰσχὺς τὸ ημισυ κινήσει ἐν τῷ ἴσῳ χρόνῳ τὸ ἴσον. οἷον τῆς A δυνάμεως ἔστω ἡμίσεια ἡ τὸ E καὶ τοῦ B τὸ Z ἥμισυ· ὁμοίως δὴ ἔχουσι καὶ ἀνάλογον ἡ ἰσχὺς πρὸς τὸ βάρος ὥστε ἴσον ἐν ἴσῳ χρόνῳ κινήσουσιν.*

74) ARISTOTELES, Physik VII, 5, 250a, 9: *καὶ εἰ τό E τὸ Z κινεῖ ἐν τῷ Δ τὴν Γ* (vgl. die frühere Anmerkung), *οὐκ ἀνάγκη ἐν τῷ ἴσῳ χρόνῳ τὸ ἐφ᾽ οὗ E τὸ διπλάσιον τοῦ Z κινεῖν τὴν ἡμίσειαν τῆς Γ. εἰ δὴ τὸ A τὴν τὸ B κινήσει ἐν τῷ Δ ὅσην ἡ τὸ Γ, τὸ ἥμισυ τοῦ A τὸ ἐφ᾽ ᾧ E τὴν τὸ B οὐ κινήσει ἐν*



nicht einmal ausreiche, um den Körper überhaupt in Bewegung zu setzen. ARISTOTELES verweist daher auch auf die Tatsache, daß zwar viele Schiffsleute ein Schiff bewegen könnten, ein einziger dieses aber überhaupt nicht von der Stelle bringen könne[75]), und in ähnlicher Form spricht diesen Gedanken auch HERON aus[76]). Auch in der dem ARISTOTELES zugeschriebenen Mechanik wird der Anschauung Ausdruck verliehen, daß zwischen dem Gegenstande und demjenigen, der ihn in Bewegung setzen solle, ein gewisses Verhältnis, eine „Symmetrie" bestehen müsse. Es dürfe ebensowenig zu groß, wie aus später zu besprechenden Gründen zu klein sein[77]).

Da die Alten das Beharrungsvermögen nicht kannten, entstand für sie ein weiteres schwieriges Problem in der Frage, wie denn die Fortdauer der Bewegung zu erklären sei, wenn einmal die Berührung des Körpers mit der Vorrichtung, die ihn gewaltsam in Bewegung setzte, aufhörte. Mit der Lösung des Problems befaßten sich im Altertume besonders zwei Theorien. Die eine geht von der Vorstellung aus, daß bei Antritt der erzwungenen Bewegung dem Körper auch Kraft mit auf den Weg gegeben werde; die zweite nimmt eine vermittelnde Rolle der Luft an[78]).

Als Anhänger der ersten Theorie kennen wir aus den erhaltenen Resten der physikalischen Literatur des Altertums Hipparch und Heron. Sie nahmen an, daß die Kraft desjenigen, der einen Körper werfe, diesem Körper folge und ihn begleite[79]), auch auf dem Wege in ihm ent-

---

τῷ χρόνῳ ἐφ' ᾧ Δ, οὐδ' ἔν τινι τοῦ Δ τὶ τῆς Γ, ἢ ἀνάλογον πρὸς τὴν ὅλην τὴν Γ, ὡς τὸ Α πρὸς τὸ Ε· ὅλως γάρ, εἰ ἔτυχεν, οὐ κινήσει οὐδέν· οὐ γὰρ εἰ ἡ ὅλη ἰσχὺς τοσήνδε ἐκίνησεν, ἡ ἡμίσεια οὐ κινήσει οὔτε ποσὴν οὔτ' ἐν ὁποσῳοῦν. Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 1110, 7: *οὐ πᾶσα δύναμις πᾶν βάρος πέφυκε κινεῖν ... ἀλλ' ἔστι τις ὅρος καὶ τῆς δυνάμεως τῆς ἐλαχίστης, ἥτις διαιρουμένη οὐκέτι δύναται κινεῖν ... καὶ τοῦ κινουμένου βάρους τοῦ μεγίστου, ὅπερ αὐξόμενον οὐκέτι δύναται κινεῖσθαι.* THEMISTIUS, Phys., S. 207, ed. SCHENKL PHILOPONUS, Phys., S. 880—881, ed. VITELLI.

75) Phys. VII, 5.

76) Mechanik, S. 172, ed. NIX.

77) Mech., c. 35: *Διὰ τί οὔτε τὰ ἐλάττονα οὔτε τὰ μέγαλα πόρρω φέρεται ῥιπτούμενα, ἀλλὰ δεῖ συμμετρίαν τινὰ ἔχειν πρὸς τὸν ῥιπτοῦντα;* vgl. Anm. 90.

78) Aus den Anschauungen mancher antiker Physiker gewinnt man übrigens den Eindruck, daß sie die Erscheinungen bei der erzwungenen Bewegung auch durch das Zusammenwirken der beiden von den entgegengesetzten Theorien angegebenen Ursachen zu erklären suchten.

79) HERON, Katoptrik, c. 3: quia vis emittentis assequitur. HERON, Pneumatik, S. 12 (ed. SCHMIDT): *παρεπομένης αὐτοῖς* (sc. *τοῖς ἄνω φερομένοις*) *τῆς ἐξαποστελλούσης βίας.* SIMPLICIUS, de coelo, S. 423, 15, ed. HEIBERG: *ἐν ἀρχῇ γὰρ θᾶττον κινεῖται* (sc. *τὰ βίᾳ κινούμενα*) *τῆς τοῦ κινοῦντος αὐτὰ δυνάμεως τότε μᾶλλον συνούσης.*



halten sei, jedoch während der Bewegung immer mehr aufgebraucht werde. Die Wirksamkeit der Kraft nehme also beständig ab, woraus sich dann die beständige Verminderung der Geschwindigkeit und das allmähliche Aufhören der erzwungenen Bewegung oder ihr Übergang in die natürliche erklären solle [80] [81]).

Die andere Theorie, die die widernatürliche Fortbewegung aus einer Mithilfe der Luft ableitete, beruht auf der im Altertume fast allgemein verbreiteten Anschauung, daß jede Bewegung auf eine Berührung zurückzuführen sei, da jede Bewegung ein Bewegendes voraussetze, dieses aber, wofern man lebende Wesen von physikalischen Betrachtungen ausschließt, selbst wieder ein anderweitig Bewegtes sein müsse [82]). Die Schwierigkeiten, die sich hierdurch für die Erklärung der Fortbewegung ergaben, half eine zweite, von einem großen Teile der antiken Physiker vertretene Hypothese beseitigen, die die Möglichkeit eines leeren Raumes bestritt, jede Bewegung also auf einen Platztausch zurückführte.

---

80) HERON, Pneumatik, S. 12, 22 (ed. SCHMIDT): *νυνὶ δὲ κατὰ βραχὺ ἀποληγούσης αὐτῆς καὶ ὥςπερ δαπανωμένης* (sc. *τῆς ἐξαποστελλούσης βίας*), *καὶ τὸ τάχος λήγει τῆς φορᾶς*. Vgl. HIPPARCHS Theorie bei SIMPLICIUS, de coelo (s. Anm. 72); ARISTOTELES, Mech., c. 33: *Διὰ τί παύεται φερόμενα τὰ ῥιφέντα; πότερον ὅταν λήγῃ ἡ ἰσχὺς ἡ ἀφεῖσα.*

81) An die Vorstellungen, die HIPPARCH und HERON von der Fortdauer der erzwungenen Bewegung hatten und die wir auch bei dem Kommentator des ARISTOTELES, Johannes Philoponus (6. Jh. n. Chr.) finden, knüpften in späterer Zeit besonders Benedetti (diversarum speculationum math. et phys. liber, 1585) und Galilei (Discorsi e dimostrazioni matematiche, 1638) an, die durch die Annahme einer „virtus impressa" der scholastisch-aristotelischen Theorie, die eine vermittelnde Wirkung der Luft lehrte, zu begegnen suchten. Vgl. E. WOHLWILL, Ein Vorgänger GALILEIS im 6. Jahrhundert (Physikalische Zeitschrift, 7, 1906, S. 23—32).

82) ARISTOTELES, Phys. VII, 2, 244a, 14: *ἀδύνατον δὲ ἢ ἀφ᾽ αὐτοῦ πρὸς ἄλλο ἢ ἀπ᾽ ἄλλου πρὸς αὐτὸ κινεῖν μὴ ἁπτόμενον, ὥςτε φανερὸν ὅτι τοῦ κατὰ τόπον κινουμένου καὶ κινοῦντος οὐδέν ἐστι μεταξύ.* Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 1046 bis 1057, ed. DIELS; THEMISTIUS, Phys., S. 205, ed. SCHENKL; PHILOPONUS, Phys., S. 875, ed. VITELLI. — Die Art der widernatürlichen Bewegung, die allein den Gegenstand der physikalischen Forschung bildet, ist daher nach ARISTOTELES als Wurfbewegung (*ῥῖψις*) ein Spezialfall einer der vier Hauptformen, die er bei der erzwungenen Bewegung unterscheidet; es sind das Ziehen, Stoßen, Fahren und Wirbeln. (ARISTOTELES, Phys. VII, 2, 244a, 14: *τέτταρα γὰρ εἴδη τῆς ὑπ᾽ ἄλλου φορᾶς, ἕλξις ὦσις ὄχησις δίνησις.* Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 1046—1057, THEMISTIUS, S. 204). Beim Stoßen ergeben sich dann als die wichtigsten Unterarten die *ἔπωσις* (*ὅταν τὸ ἀπ᾽ αὐτοῦ κινοῦν ἐπακολουθοῦν ὠθῇ*), die *ἄπωσις* (*ὅταν μὴ ἐπακολουθῇ κινῆσαν*) und die *ῥῖψις* (*ὅταν σφοδροτέραν ποιήσῃ τὴν ἀπ᾽ αὐτοῦ κίνησιν τῆς κατὰ φύσιν φορᾶς καὶ μέχρι τοσούτου φέρηται ἕως ἂν κρατῇ ἡ κίνησις*).



Die Theorie der erzwungenen Bewegung, die sich durch die Kombination dieser beiden Hypothesen ergab und die durch ARISTOTELES zu allgemeiner Geltung gebracht wurde, scheint Platon begründet zu haben. Im „Timaios“ spricht er den Gedanken aus, daß der Gegendruck der Bewegung die Ursache der Erscheinungen sei, die sich außer in anderen Fällen auch bei dem Wurfe schwerer Körper zeigten [83]. Der Vorgang der Bewegung erklärt sich nämlich vom Standpunkte dieser Theorie aus, wie PLUTARCH bei Erklärung der erwähnten Stelle im Timaios näher ausführt, folgendermaßen: Der geworfene Gegenstand treibt durch seine Wucht die Luft auseinander, diese strömt, da sie ihrer Natur nach bestrebt ist, jeden leeren Raum auszufüllen, hinter diesem wieder zusammen, folgt auf diese Weise dem geschleuderten Gegenstande nach und erteilt ihm immer von neuem einen Antrieb zur Bewegung [84].

Aristoteles nahm, ohne indessen auf die Vorstellung des Platztausches denselben Nachdruck zu legen wie PLATON, an, daß der Impuls, der einen Körper in erzwungene Bewegung setzt, sich vermittels der Luft in der Richtung der Bewegung fortpflanze, indem die gestoßene Luft nämlich selbst wieder stoße und dadurch die Bewegung des Gestoßenen beschleunige [85]. An die Luft knüpft nach ARISTOTELES gleichsam die Kraft an; durch sie gibt sie ihre Wirkung nach der betreffenden Richtung hin weiter ab, wodurch das Bewegte fortschreiten könne, auch ohne daß die Vorrichtung, die es bewegte, nachfolgt [86]. In ähnlicher Weise suchten auch die Stoiker [87] und Seneca [88] die Fortdauer der erzwungenen Bewegung durch einen Spannungszustand der Luft zu er-

---

83) Tim., p. 79—80. Die andern Erscheinungen, die PLATON aufzählt, sind die Atmung, die Wirkungsweise der Schröpfköpfe, das Schlucken, der Einklang und Mißklang der Töne, die Abwärtsbewegung der Blitze, die magnetische und die elektrische Anziehung. Vgl. Anm. 92.

84) PLUTARCH, Quaest. Plat., VII, 5: *τὰ δὲ ῥιπτούμενα βάρη τὸν ἀέρα σχίζει μετὰ πληγῆς ἐμπεσόντα, καὶ διίστησιν· ὁ δὲ περιῤῥέων ὀπίσω, τῷ φύσιν ἔχειν ἀεὶ τὴν ἐρημουμένην χώραν διώκειν καὶ ἀναπληροῦν, συνέπεται τῷ ἀφιεμένῳ, τὴν κίνησιν ἐπιταχύνων.*

85) Phys. IV, 8, 215a, 14: *ἔτι νῦν μὲν κινεῖται τὰ ῥιπτούμενα τοῦ ὤσαντος οὐχ ἁπτομένου ἢ δι᾽ ἀντιπερίστασιν, ὥσπερ ἔνιοί φασι, ἢ διὰ τὸ ὠθεῖν τὸν ὠσθέντα ἀέρα θάττω κίνησιν τῆς τοῦ ὠσθέντος φορᾶς ἣν φέρεται εἰς τὸν οἰκεῖον τόπον.* Vgl. Phys., VIII, 10; SIMPLICIUS, S. 1046—1057, ed. DIELS; THEMISTIUS, S. 129, ed. SCHENKL; PHILOPONUS, S. 638—639, ed. VITELLI.

86) de coelo III, 2. 301b, 26: *ὥςπερ γὰρ ἐναφάψασα παραδίδωσιν (ἡ δύναμις) ἑκατέρῳ. διὸ καὶ οὐ παρακολουθοῦντος τοῦ κινήσαντος φέρεται τὸ βίᾳ κινηθέν.*

87) Vgl. AETIUS, I, 11, 5: *οἱ Στωικοὶ πάντα τὰ αἴτια σωματικά· πνεύματα γάρ.*

88) Quaest. nat. II, 6: Quid cursus et motus omnis, nonne intenti spiritus opera sunt?



klären, die sie die mechanischen Vorgänge ebenso wie die akustischen und die optischen vermitteln ließen.

Daß die Luft sowohl die Bewegung nach oben als auch die nach unten bewerkstelligt, erklärt sich nach ARISTOTELES dadurch, daß sie Schwere und Leichtigkeit zugleich besitze und infolgedessen bald die eine, bald die andere Eigenschaft geltend machen könne [89]). Damit die Luft die Bewegung vermittle, ist es notwendig, daß auch der Körper auf sie einwirke. Dies hat, wie in der aristotelischen Mechanik ausgeführt wird, zur Folge, daß sich durch eine gegebene Kraft sehr kleine Körper ebenso wenig wie aus anderen Gründen sehr große bewegen lassen, da sie zu schwach seien, um selbst einen Gegendruck leisten zu können [90]). Das allmähliche Aufhören der erzwungenen Bewegung und ihren Übergang in eine natürliche erklärte die aristotelische Theorie in analoger Weise wie die HIPPARCHS und HERONS, nämlich durch eine allmähliche Abschwächung des Gegendruckes der Luft [91]).

Einen besonderen Fall einer erzwungenen Bewegung erblickten die Physiker, die die natürliche Bewegung des Feuers nach oben gerichtet sein ließen, auch in der beobachteten Abwärtsbewegung der Blitze. Platon erklärte sie in ähnlicher Weise wie die Wurfbewegung [92]). Infolge eines Schlages in der Wolke springt nämlich, wie PLUTARCH näher ausführt, aus ihr die feuerartige Masse in die Luft hinaus. Diese reißt entzwei und weicht zurück, fällt aber hinter dem Strahle sofort wieder zusammen und stößt diesen derart gegen dessen Natur von oben nach unten herab [93]). Plinius nahm zur Erklärung der Erscheinung — wohl in

89) de coelo III, 2, 301 b, 23: *πέφυκε γαρ οὗτος* (sc. *ὁ ἀήρ*) *καὶ κοῦφος εἶναι καὶ βαρύς. τὴν μὲν οὖν ἄνω ποιήσει φορὰν ᾗ κοῦφος ὅταν ὠσθῇ καὶ λάβῃ τὴν ἀρχὴν ἀπὸ τῆς δυνάμεως, τὴν δὲ κάτω πάλιν ᾗ βαρύς.*

90) ARISTOTELES, Mech., c. 35: *ἀνάγκη τὸ ῥιπτούμενον καὶ ὠθούμενον ἀντερείδειν ὅθεν ὠθεῖται· τὸ δὲ μηθὲν ὑπεῖκον διὰ μέγεθος, ἢ μηδὲν ἀντερεῖσαν δι᾿ ἀσθένειαν, οὐ ποιεῖ ῥῖψιν, οὐδ᾿ ὦσιν. Τὸ μὲν οὖν πολὺ ὑπερβάλλον τῆς ἰσχύος τῆς ὠθούσης οὐθὲν ὑπείκει, τὸ δὲ πολὺ ἀσθενέστερον οὐδὲν ἀντερείδει.*

91) SIMPLICIUS, Physik, S. 669, ed. DIELS: *συνεχὴς ἡ κίνησις τοῦ ῥιφέντος μένει, ἕως ἂν κατ᾿ ὀλίγον ἐκλυομένης τῆς τοῦ ἀντιπεριυσταμένου ἀέρος ῥύμης ἐπικρατήσῃ ταύτης ἡ οἰκεία τοῦ ῥιφέντος κατὰ φύσιν φορὰ καὶ οὕτω κατενεχθῇ τὸ ῥιπτούμενον.*

92) TIMAIOS, 80 C: *καὶ δὴ καὶ τὰ τῶν ὑδάτων πάντα ῥεύματα, ἔτι δὲ τὰ τῶν κεραυνῶν πτώματα καὶ τὰ θαυμαζόμενα ἠλέκτρων περὶ τῆς ἕλξεως καὶ τῶν Ἡρακλείων λίθων, πάντων τούτων ὁλκὴ μὲν οὐκ ἔστιν οὐδενί ποτε, τὸ δὲ κενὸν εἶναι μηδὲν περιωθεῖν τε αὐτὰ ταῦτα εἰς ἄλληλα, τό τε διακρινόμενα καὶ συγκρινόμενα πρὸς τὴν αὑτῶν διαμειβόμενα ἕδραν ἕκαστ᾿ ἰέναι πάντα, τούτοις τοῖς παθήμασι πρὸς ἄλληλα συμπλεχθεῖσι τεθαυματουργημένα τῷ κατὰ τρόπον ζητοῦντι φανήσεται.*

93) PLUTARCH, Quaest. Plat., VII, 6: *αἱ δὲ τῶν κεραυνῶν πτώσεις καὶ αὐταὶ ῥίψεσιν ἐοίκασιν· ἐκπηδᾷ γὰρ ὑπὸ πληγῆς ἐν τῷ νέφει γενομένης τὸ πυρῶδες*



Anlehnung an andere Physiker — an, daß die Gestirne eine abstoßende Kraft auf den Blitz ausübten[94]).

Auch die magnetische und die elektrische Anziehung suchte man von ähnlichen Gesichtspunkten aus zu erklären wie die erzwungene Bewegung im allgemeinen. Der Magnet sendet dieser Anschauung zufolge schwere und windartige Ausflüsse aus; durch diese wird die unmittelbar angrenzende Luft verdrängt, die wieder auf die vor ihr liegende stößt. Dieses Spiel wiederholt sich nun im Kreise, bis die Luft den entstandenen leeren Raum wieder einnimmt und hiebei auch das Eisen in widernatürlicher Bewegung mitzieht. Es war dies eine allgemein verbreitete Theorie, die sich besonders bei Platon[95]), Plutarch[96]) und Lucrez[97]) findet[98]). Die elektrische Anziehung suchte man auf ganz dieselbe Weise zu veranschaulichen.

Über den Verlauf der erzwungenen Bewegung hat ARISTOTELES einige Annahmen gemacht, die sich zum größten Teile durch Umkehrung der für die natürliche Bewegung geltenden ergaben. Wie die natürliche Bewegung beschleunigt ist, soll die ihr entgegengesetzte verzögert sein[99]), und wie sich nach Ansicht der Alten in natürlicher Richtung die größere Menge rascher bewegt, so soll in der entgegengesetzten die Geschwindig-

---

εἰς τὸν ἀέρα· κἀκεῖνος ἀντιρραγεὶς ὑποχωρεῖ, καὶ πάλιν ἐς ταὐτὸ συμπίπτων ἄνωθεν, ἐξωθεῖ κάτω παρὰ φύσιν ἀποβιαζόμενος τὸν κεραυνόν.

94) PLINIUS, Hist. nat. II, 38; II, 43.

95) TIM. 80 C; vgl. Anm. 92.

96) Quaest. Plat., VII, 7, 1: *ἡ μὲν λίθος τινὰς ἀπορροίας ἐξίησιν ἐμβριθεῖς καὶ πνευματώδεις, αἷς ὁ συνεχὴς ἀναστελλόμενος ἀὴρ ὠθεῖ τὸν πρὸ αὐτοῦ· κἀκεῖνος ἐν κύκλῳ περιιὼν, καὶ ὑπονοστῶν αὖθις ἐπὶ τὴν κενουμένην χώραν ἀποβιάζεται καὶ συνεφέλκεται τὸν σίδηρον.*

97) de rer. nat. VI, 987:

Principio fluere e lapide hoc permulta necesse est
Semina, sive aestum, qui discutit aëra plagis,
Inter qui lapidem ferrumque est cumque locatus.
Hoc ubi inanitur spatium multusque vacefit
In medio locus, extemplo primordia ferri
In vacuum prolapsa cadunt coniuncta, fit utque
Anulus ipse sequatur eatque ita corpore toto.

98) Andere suchten die Erscheinung von panpsychistischen Gesichtspunkten aus zu erklären, wie Diogenes von APOLLONIA und Alexander von APHRODISIAS, indem sie bei dem angezogenen Eisen einen Trieb zum Verwandten oder ein Streben nach etwas dem Eisen Fehlenden, beim Magnete jedoch Vorhandenen annahmen. Vgl. ALEXANDER APHROD., Poblem., II, 23.

99) ARISTOTELES, Phys., V, 6, 230b, 24: *τὸ μὲν ἱστάμενον ἀεὶ δοκεῖ φέρεσθαι θᾶττον, τὸ δὲ βίᾳ τοὐναντίον.* De coelo I, 8, 277b, 6: *πάντα γὰρ τοῦ βιασαμένου πορρωτέρω γιγνόμενα βραδύτερον φέρεται.* Vgl. SIMPLICIUS, Phys., S. 913—916, ed. DIELS.



keit in umgekehrtem Verhältnisse zur Größe stehen. Von oben nach unten soll also die geringere Menge des Feuers rascher bewegt werden, die größere aber langsamer[100]).

IV. Stoß und Reibung.

Durch die Hypothesen über die erzwungene Bewegung sind auch zum großen Teile die Vorstellungen bedingt, die die Alten über die Erscheinungen des Stoßes und der Reibung hatten. In der aristotelischen Problemensammlung wird das Phänomen des Stoßes derart erklärt, daß sich die tatsächliche Bewegung des Körpers aus einer natürlichen und einer erzwungenen zusammensetze, jene beim Stoße aufhöre, infolge des Einflusses der den Körper entsendenden Kraft sich dieser jedoch weiter bewegen müsse, und da er nicht nach vorne in der früheren Richtung weiter gelangen könne, sich zurück oder zur Seite bewege[101]). In ähnlicher Weise wird in der heronischen Katoptrik der Unterschied zwischen dem elastischen und dem unelastischen Stoße[102]) erklärt. Die Kraft, die einen geworfenen Körper, beispielsweise einen Stein, entsandt hat, muß danach bei einem harten Gegenstande mit dem geschleuderten Steine zurückweichen, da sie ihn nicht weiter bringen könne, beim Auftreffen auf etwas Weiches hingegen zu wirken aufhören und sich von dem geschleuderten Steine entfernen[103]).

---

100) ARISTOTELES, de coelo IV, 2, 308b, 20: *ἄνωθεν δὲ κάτω τὸ ὀλίγον οἰσθήσεται θᾶττον πῦρ, τὸ δὲ πολὺ βραδύτερον.* Vgl. Anm. 57.

101) ARISTOTELES, Problem. XVI, 13: *οὐ μόνον ἐκείνην φέρεται τὴν φοραν* (sc. *τὰ φερόμενα*), *ἣν φέρεται κατὰ τὸ οἰκεῖον μέρος, ἀλλὰ καὶ τὴν ὑπὸ τοῦ ἀφιέντος γινομένην. Ἡ μὲν οὖν οἰκεία παύεται, ὅταν εἰς τὸν οἰκεῖον ἔλθῃ τόπον* (*ἅπαν γὰρ ἠρεμεῖ ἐλθὸν εἰς ὃν φέρεται τόπον κατὰ φύσιν*), *καθ᾽ ἣν δ᾽ ἔχει ἀλλοτρίαν ἀνάγκῃ ἔτι κινεῖσθαι, οὐκ εἰς τὸ προσθὲν δὲ διὰ τὸ κωλύεσθαι, ἀλλ᾽ ἢ εἰς τὸ πλάγιον ἢ εἰς τὸ ὀρθόν.*

102) Die Unterscheidung zwischen elastischem und unelastischem Stoße war dem Altertume ebenso geläufig wie die Unterscheidung zwischen dem Stoße in gleicher und in entgegengesetzter Richtung, die schon Archytas in seiner Harmonik traf (ed. DIELS, fragm. 1). Den Stoß der Atome dachte man sich elastisch, so daß sie beim Zusammentreffen sofort wieder auseinander springen sollen. (LUCREZ, de rer. nat. II, 85:

nam ut cita saepe
Obvia conflixere, fit ut diversa repente
Dissiliant.)

103) HERON, Katoptrik, c. 3: sicut enim lapis emissus cum violentia et appulsus spisso corpori resultat, puta ligno alicui aut muro, molli autem ut lane aut alii tali quiescit, quia vis emittentis assequitur et in duro quidem cedit non potens adhuc prosequi et movere emissum, molli autem incidens iacet et abscedit ab emisso ...



Mit der Lehre von dem Widerstande des Mittels hat sich besonders Aristoteles beschäftigt, ohne jedoch auf diesem Gebiete Erfolgreiches zu leisten. Die Zeit, die ein Körper zur Zurücklegung einer bestimmten Strecke braucht, setzt nämlich Aristoteles dem Widerstande des Mittels proportional, so daß also nach seiner Ansicht in dem doppelt so feinen Medium derselbe Körper zum Durchlaufen desselben Weges nur die Hälfte der Zeit brauchen würde [104]). Eine Folge dieser falschen Annahme ist, daß Aristoteles die Geschwindigkeit im leeren Raume unendlich groß setzen zu müssen glaubt und infolgedessen, obzwar er in ganz richtiger Weise erkennt, daß sich im Vakuum alles gleich schnell bewegen müßte, die Möglichkeit eines leeren Raumes einfach bestreitet [105]).

Den Unterschied zwischen der Reibung der Bewegung und derjenigen der Ruhe hebt besonders die aristotelische Mechanik hervor, indem sie als Beispiel anführt, daß Pferde leichter einen schon im Fahren begriffenen Wagen ziehen, als sie ihn, wenn er steht, von der Stelle bringen. Bewegt sich nämlich der Körper in derselben Richtung, in der ihn die Kraft treibt, so soll dies denselben Erfolg haben, wie wenn jemand die Wirkung und Schnelligkeit des Bewegenden verstärkte [106]). Auch die Tatsache, daß die Reibung bei runden Körpern am geringsten ist, wird in der aristotelischen Mechanik erörtert [107]). Die Kugelform wurde deshalb von antiken Physikern allem zugeschrieben, was leicht beweglich sein soll, wie dem Himmelsgewölbe, den Gestirnen und den letzten Teilen des Feuers [108]).

Daß eine Bewegung infolge der mit ihr stets verbundenen Reibung auch Wärme erzeugen könne [109]), haben viele unter den antiken Physikern

---

104) Physik, IV, 8, 215b, 3: *κατὰ τὴν ἀναλογίαν τοῦ ἐμποδίζοντος σώματος ... ὥστ' εἰ διπλασίως λεπτόν, ἐν διπλασίῳ χρόνῳ δίεισιν.* Vgl. Simplicius, Phys., S. 672—673, ed. Diels; Themistius, S. 130—131, ed. Schenkl; Philoponus S. 652—666, ed. Vitelli.

105) Vgl. Anm. 60.

106) Aristoteles, Mech., c. 32: *Διὰ τί ῥᾷον κινεῖται τὸ κινούμενον ἢ τὸ μένον, οἷον τὰς ἁμάξας θᾶττον κινουμένας ὑπάγουσιν ἢ ἀρχομένας; ... τὸ δὲ κινούμενον ἐπὶ τὸ αὐτὸ τῷ ὠθοῦντι ὅμοιον ποιεῖ ὥσπερ ἂν εἰ αὐξήσειέ τις τὴν τοῦ κινοῦντος δύναμιν καὶ ταχυτῆτα. ὃ γὰρ ὑπ' ἐκείνου ἂν ἔπασχε, τοῦτο αὐτὸ ποιεῖ εἰς τὸ πρὸ ὁδοῦ κινούμενον.*

107) Mech., c. 9: *διὰ τί τὰ στρόγγυλα καὶ περιφερῆ τῶν σχημάτων εὐκινητότερα;*

108) Vgl. Plato, Politic., 270 A; Aristoteles, de coelo III, 8, 306b; Ptolemaeus, Constr. math., S. 13, ed. Heiberg.

109) Aristoteles, de coelo II, 7, 289a, 21: *πέφυκε γὰρ ἡ κίνησις ἐκπυροῦν καὶ ξύλα καὶ λίθους καὶ σίδηρον.*



ausdrücklich gelehrt. ARISTOTELES [110]) und LUCREZ [111]) berichten, daß Geschosse durch die Reibung der Luft in solche Hitze gerieten, daß die Bleimassen zu schmelzen begännen, und eine bereits von ANAXAGORAS [112]) begründete, auch von ARISTOTELES [113]) vertretene astronomische Hypothese ließ sogar die Wärme und das Licht der Sterne durch deren Reibung an dem Äther und an der Luft entstanden sein.

V. Die antike Dynamik in ihrem Verhältnisse zu den modernen Bewegungsprinzipien.

Während auf dem Gebiete der Statik die antike Physik fast durchwegs zu richtigen, auch heute noch gültigen Resultaten gelangte, waren ihre Untersuchungen auf dem Gebiete der Dynamik nur in wenigen Fällen von Erfolg begleitet, ihre Ergebnisse stimmten nur selten mit denen der modernen Mechanik überein. Weit mehr noch als den ungleichen Forschungsmethoden dürften diese starken Abweichungen der völligen Verschiedenheit zuzuschreiben sein, die zwischen den grundlegenden Bewegungsprinzipien in der antiken und in der modernen Physik besteht. Nur vereinzelt finden sich in der Literatur des Altertums Bemerkungen verstreut, die wir als Vorahnungen mancher, erst in viel späterer Zeit deutlich formulierter Grundsätze empfinden müssen, die aber zu ihrer Zeit ohne jeden Einfluß auf die Entwicklung der Mechanik blieben; nur in vereinzelten Fällen erfahren wir von eigenartigen Hypothesen, die den Eindruck erwecken, als wären sie unbewußte Anwendungen solcher unklar geahnter Prinzipe.

Verhältnismäßig am häufigsten begegnen wir solchen Beziehungen bei dem als Trägheitsgesetz bekannten ersten Bewegungsaxiome NEWTONS. Von einem Beharrungsvermögen der Körper spricht, allerdings in zu allgemeiner Form, besonders Plutarch. Er schreibt jedem naturgemäß bewegten Körper — und zwar in dem speziellen Falle auch einem in naturgemäßer kreisförmiger Bewegung begriffenen — ein Bestreben zu, seine Bewegung und seine Bahnform zu erhalten und nimmt an, daß

110) ib. 289a, 24: *ταῦτα γὰρ* (sc. *τὰ φερόμενα βέλη*) *αὐτὰ ἐκπυροῦται οὕτως ὥστε τήκεσθαι τὰς μολυβδίδας.*

111) de rer. nat, VI, V. 175: ut omnia, motu
Percalefacta vides ardescere, plumbea vero
Glans etiam longo cursu volvenda liquescit.

112) PLUTARCH, LYSANDER, c. 12: *εἶναι δὲ καὶ τῶν ἄστρων ἕκαστον οὐκ ἐν ᾗ πέφυκε χώρᾳ· λιθώδη γὰρ ὄντα βαρέα λάμπειν μὲν ἀντερείσει καὶ περικλάσει τοῦ αἰθέρος.*

113) ARISTOTELES, de coelo II, 7, 289a, 19: *ἡ δὲ θερμότης ἀπ᾽ αὐτῶν* (sc. *τῶν ἄστρων*) *καὶ τὸ φῶς γίνεται παρεκτριβομένου τοῦ ἀέρος ὑπὸ τῆς ἐκείνων φορᾶς.*



dieses Bestreben um so größer sei, je rascher die Bewegung vor sich gehe. Jeder Körper setzt, wie PLUTARCH lehrt, seine naturgemäße Bewegung fort, wofern er nicht durch eine äußere Ursache aus seiner Bahn abgelenkt wird. Deshalb bewahre auch den Mond vor einem Sturze auf die Erde seine Bewegung, sein rascher Umlauf, ebenso wie Gegenstände, die man auf eine Schleuder lege, der schnelle Umschwung an dem Falle verhindere [114]). Daß PLUTARCH über das Beharrungsvermögen der Körper richtigere Vorstellungen hatte als seine Zeitgenossen, scheint auch die Entschiedenheit zu beweisen, mit der er — ähnlich übrigens wie LUCREZ [115]) — die Annahme des ARISTOTELES zurückweist, es könnten in voller Wucht den Mittelpunkt erreichende Massen dort plötzlich Halt machen [116]).

Auf die Gestaltung der dynamischen Theorien blieben solche Betrachtungen freilich ohne jeden Einfluß. Die Annahme, daß ein Körper, auf den weder eine äußere Kraft noch auch die ihm innewohnende Schwere oder Leichtigkeit wirke, sich unmöglich bewegen könne, erschien den antiken Physikern ganz selbstverständlich. Sie verschuldete die falschen Theorien, die die Kraft der Geschwindigkeit statt deren Änderung proportional setzten, sie machte die komplizierten Spekulationen notwendig, durch die das vermeintlich so schwierige Problem der Fortdauer der erzwungenen Bewegung gelöst werden sollte, sie veranlaßte die gekünstelten und doch ganz überflüssigen Hypothesen, die die Beschleunigung des freien Falles zu erklären bestimmt waren. Sie führte die falschen Vorstellungen und Formeln über den Widerstand des Mittels herbei [117]), sie machte schließlich die Erkenntnis unmöglich, daß das zu beobachtende Erlöschen jeder irdischen Bewegung nur in der Reibung seine Ursache habe.

Die ebenfalls in dem ersten Newtonschen Axiome zum Ausdrucke gebrachte fundamentale Bedeutung der geradlinigen Bewegung haben die Alten ziemlich klar erfaßt. Daß eine von keiner äußeren Kraft beeinflußte Bewegung geradlinig verlaufen müsse, konnten sie um so eher lehren, als sie ja die den Körpern innewohnende Schwere oder Leichtigkeit nicht als eine Kraft im engeren Sinne ansahen [118]). Die Allgemeinheit dieser

114) PLUTARCH, de fac. in orb. lun., c. 6, 9: *καίτοι τῇ μὲν σελήνῃ βοήθεια πρὸς τὸ μὴ πεσεῖν ἡ κίνησις αὐτὴ καὶ τὸ ῥοιζῶδες τῆς περιαγωγῆς, ὥσπερ ὅσα ταῖς σφενδόναις ἐντεθέντα τῆς καταφορᾶς κώλυσιν ἴσχει τὴν κύκλῳ περιδίνησιν· ἄγει γὰρ ἕκαστον ἡ κατὰ φύσιν κίνησις, ἂν ὑπ' ἄλλου μηδενὸς ἀποστρέφηται.*

115) de rer. nat. I, 1068; vgl. Anm. 37.

116) PLUTARCH, de fac. in orb. lun., c. 7, 4; vgl. Anm. 36.

117) Die hiedurch bedingten unklaren Ansichten über die Reibung beim Übergange in die Bewegung veranlaßten wiederum ARISTOTELES zu der merkwürdigen Einschränkung seiner Kraftformel (vgl. Anm. 74).

118) Besonders charakteristisch sind in dieser Hinsicht HERONS Worte: „Die Last benötigt nicht einer Kraft, die sie bewegt." (Mechanik, S. 54, ed. NIX.)

Erkenntnis wurde nur dadurch eingeschränkt, daß die Alten, wie wir dies besonders von ARISTOTELES [119]), CHRYSIPP [120]). CLAUDIUS PTOLEMAEUS [121]) und VITRUV [122]) wissen, zwei Grundformen der Bewegung annahmen, neben der geradlinigen nämlich auch die kreisförmige, und aus deren beider Verbindung alle übrigen Bewegungsformen ableiteten. Der Zweiteilung des Weltalls in Himmel und Erde entsprechend, nahm man nun an, daß die kreisförmige Bewegung als die schönere und vollkommenere sich im Bereiche des Himmels abspiele, während die sublunare Welt durch die geradlinige Bewegung charakterisiert sei [123]). Jedenfalls aber ließ man die Grundstoffe sich solange in gerader Bahn bewegen, bis sie ihren natürlichen Ort erreichten [124]), und dann erst, weil eine Möglichkeit, die bisherige Bahn in gerader Linie fortzusetzen, dann nicht mehr vorhanden sei [125]), eine kreisförmige Bewegung einschlagen [126]).

---

119) de coelo I, 2, 268b, 17: *πᾶσα δὲ κίνησις ὅση κατὰ τόπον, ἣν καλοῦμεν φοράν, ἢ εὐθεῖα ἢ κύκλῳ ἢ ἐκ τούτων μικτή.* Vgl. Phys. VIII, 8; SIMPLICIUS, Phys., S. 1278, ed. DIELS; de coelo S. 13–15, ed. HEIBERG; PHILOPONUS, Phys., S. 905, ed. VITELLI; THEMISTIUS, Phys., S. 227—228, ed. SCHENKL; de coelo, S. 5—6, ed. LANDAUER.

120) ARIUS DIDYMUS, fragm. 22, ed. DIELS: *τὰς πρώτας κινήσεις εἶναι δύο, τήν τε εὐθεῖαν καὶ τὴν καμπύλην· διὰ τούτων δὲ πολλαχῶς μιγνυμένων γίνεσθαι πολλὰς κινήσεις καὶ διαφερούσας.*

121) Constr. math. I, 1, S. 7, ed. HEIBERG.

122) de archit. X, 8.

123) Vgl. des Verf. Abhandlung: „Aesthetische und teleologische Gesichtspunkte in der antiken Physik" (Archiv für Geschichte der Philosophie, XXII, 1908, S. 80—113).

124) SIMPLICIUS, de coelo, S. 20,10, ed. HEIBERG: *ἰστέον δέ, ὅτι καὶ Πτολεμαῖος ἐν τῷ περὶ τῶν στοιχείων βιβλίῳ καὶ ἐν τοῖς Ὀπτικοῖς καὶ Πλωτῖνος ὁ μέγας καὶ Ξέναρχος ἐν δὲ ταῖς Πρὸς τὴν πέμπτην οὐσίαν ἀπορίαις τὴν μὲν ἐπ᾽ εὐθείας κίνησιν τῶν στοιχείων γινομένων ἔτι καὶ ἐν τῷ παρὰ φύσιν ὄντων τόπῳ, ἀλλὰ μήπω τὸν κατὰ φύσιν ἀπειληφότων εἶναί φασι.* Vgl. die Ansicht der Stoiker bei AETIUS, I, 12, 4: *τὸ μὲν περίγειον φῶς κατ᾽ εὐθεῖαν, τὸ δ᾽ αἰθέριον περιφερῶς κινεῖται.*

125) Besonders deutlich spricht diesen Gedauken GREGOR VON NYSSA in seiner Schilderung des Urfeuers aus (Hex., 75D—76A).

126) Auch die durch eine äußere Kraft verursachte Bewegung und ebenso die Fortpflanzung der Lichtstrahlen ließen die alten Physiker im allgemeinen in gerader Richtung vor sich gehen und suchten diese Form der Bahn auf teleologische Weise zu begründen. Sie wiesen darauf hin, daß die Gerade die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten darstelle, folglich der Weg zwischen diesen in geradliniger Bahn in der geringsten Zeit zurückgelegt werde. Vgl. HERON, Katoptrik, c. 2: omnia enim quaecunque feruntur continua velocitate haec in recta linea feruntur, sicut videmus sagittas emissas ab arcubus. Vgl. „Aesthetische und teleologische Gesichtspunkte in der antiken Physik", c. IV (Archiv für Geschichte der Philosophie, XXII, S. 80—113).



Es fehlte indessen nicht an Hypothesen, die auch bei den Gestirnen die geradlinige Bewegung als die naturgemäße ansahen und infolgedessen entweder auch die Himmelskörper in gerader Bahn sich fortbewegen ließen, wie dies besonders Xenophanes[127] lehrte[128], oder wenn sie auch die Kreisform der Sternbahnen zugaben, es doch für notwendig hielten, eine besondere Ursache für diese Unregelmäßigkeit anzugeben. Eine solche erblickte Anaximenes in dem Widerstande der verdichteten Luft, die die Gestirne aus ihrer eigentlichen Richtung hinausdränge[129]. Daß überhaupt eine Kreisbewegung des Himmels und der Himmelskörper notwendigerweise mit der Existenz einer Kraft verbunden sein müsse, die auch imstande sei, das natürliche Streben zum Mittelpunkte zu kompensieren und dadurch den Himmel zusammenzuhalten, der bei einem geringen Nachlassen der Zentrifugalkraft herabstürzen würde, — das hat schon Anaxagoras gelehrt[130], dessen Vorstellung, auf das Problem der Mondbewegung angewandt, auch bei PLUTARCH[131] wiederkehrt.

Das zweite Newtonsche Axiom, das die Änderung der Bewegung der einwirkenden Kraft proportional setzt, blieb den Alten wohl völlig unbekannt, während man eine unbewußte Andeutung des dritten Axioms, das die Gleichheit von Aktion und Reaktion lehrt, vielleicht in einer von ARISTOTELES[132], HIPPARCH[133] und HERON[134] vertretenen Hypothese erblicken kann. Sie nimmt, um das Verharren eines Körpers an einem anderen als an seinem natürlichen Orte zu erklären, eine offenbar als Reaktion auf das natürliche Bewegungsbestreben hervorgerufene Kraft an, die den Körper an seinem Orte zurückhalte und an der Bewegung verhindere. Das für die Naturphilosophie so wichtige Prinzip der Relativität der Bewegung scheint zuerst Xenophanes klar ausgesprochen zu haben. „Es könne sich“, so lehrt er, „nur dasjenige

---

127) AETIUS, II, 24, 9: *Ξενοφάνης τὸν ἥλιον εἰς ἄπειρον μὲν προϊέναι, δοκεῖν δὲ κυκλεῖσθαι διὰ τὴν ἀπόστασιν.*

128) Gegen diese Theorie polemisierte auch CLAUDIUS PTOLEMAEUS, Constr. math. I, 3, S. 11, 14: *εἴ τις ὑπόθοιτο τὴν τῶν ἀστέρων φορὰν ἐπ᾽ εὐθείας γινομένην ἐπ᾽ ἄπειρον φέρεσθαι, καθάπερ τισὶν ἔδοξεν ...*

129) AETIUS, 2, 23: *Ἀναξιμένης ὑπὸ πεπυκνωμένου ἀέρος καὶ ἀντιτύπου ἐξωθεῖσθαι τὰ ἄστρα.*

130) DIOGENES LAERT., II, 3, 12: *τῇ σφοδρᾷ δὲ περιδινήσει συνεστάναι καὶ ἀνεθέντα κατενεχθήσεσθαι.*

131) de fac. in orb. lun., c. 6, 9, vgl. Anm. 114.

132) Phys., V, 6; vgl. Anm. 71.

133) SIMPLICIUS de coelo, S. 264—265, ed. HEIBERG; vgl. Anm. 71.

134) Mechanik, S. 54—56, ed. NIX; vgl. Anm. 71.

bewegen, was mehr sei als eins. Denn es müsse sich ein jedes stets zu einem anderen hin bewegen [135]).

Durch die Vorstellungen, die der hellenischen Dynamik zugrunde lagen, war auch der Weg bezeichnet, auf dem sich der Übergang von der antiken zu der modernen Mechanik vollziehen mußte. Erkenntnisse, die im Altertume einzelne ihrer Zeit vorauseilende Physiker nur dunkel geahnt, nur undeutlich ausgesprochen hatten, mußten sich im Laufe der Zeit immer häufiger nnd mit wachsender Klarheit den Forschern aufdrängen, bis es deren größten gelang, diese Erkenntnisse in scharf präzisierten Gesetzen und Formeln zum Ausdrucke zu bringen. Durch die richtige Erfassung der so gewonnenen Prinzipien mußten dann auch natürlich all die falschen Anschauungen hinfällig werden, die das Mittelalter aus der antiken Physik übernommen hatte, und mußten neueren, unseren heutigen näher kommenden Theorien weichen.

Die Hauptaufgabe, die die Mechanik in ihrer weiteren Entwicklung zu bewältigen hatte, bestand aber wohl in der Beseitigung des eigentlich grundlegenden Prinzipes der antiken Dynamik. Es war die verhängnisvolle doppelte Zweiteilung der Bewegungen, in natürliche und erzwungene einerseits, in irdische und himmlische andererseits. Durch die Aufhebung .der ersten Unterscheidung wurde es erst möglich, die dynamischen Beobachtungen, die man bei der natürlichen Bewegung, beim freien Falle am leichtesten und besten machen konnte, auch auf die anderen Arten der Bewegung zu übertragen, das Kraftproblem zu verallgemeinern und auf diese Weise die Beziehungen der Kraft zur Bewegung richtig zu erfassen. Die Grundlagen, auf denen die großen Physiker der Neuzeit das Gebäude der modernen Mechanik errichten konnten, waren jedoch erst dann vollendet, als auch die Schranke fiel, die die antike Naturwissenschaft zwischen Himmel und Erde errichtet hatte, als dadurch die universelle Bedeutung der geradlinigen Bewegung offenbar wurde; als man entdeckte, daß dieselbe Kraft, die den Fall der Körper auf der Erde hervorrufe, auch die Lenkerin der ewigen Gestirne sei; als man überhaupt klar erkannte, daß jede Bewegung, in welcher Form, in welcher Richtung, in welchem Teile des Weltalls auch immer sie stattfinde, doch stets denselben Gesetzen einer völlig einheitlichen Mechanik gehorche.

---

135) Pseudo-ARISTOTELES, de MELISSO, XENOPHANE, GORGIA, c. 3, p. 977 b, ed. BEKKER: *κινεῖσθαι δὲ τὰ πλείω ὄντα ἑνός· ἕτερον γὰρ εἰς ἕτερον δεῖν κινεῖσθαι.*

Sullo sviluppo storico della Distinzione tra „Peso“ e „Massa“,

Von G. Vailati.

L'opinione comunemente accettata sull'origine del concetto di "massa" è che il primo riconoscimento della distinzione tra il peso di un corpo e la sua massa sia stata una conseguenza immediata della scoperta, dovuta a Newton, della dipendenza del peso di un corpo dalla sua posizione o distanza rispetto alla superficie terrestre.

Tale opinione mi sembra basarsi su un equivoco importante a rilevare, e che consiste in ciò: che la questione dell'origine della distinzione suddetta è stata a torto identificata con l'altra, affatto diversa, della prima introduzione di un termine tecnico per designare la massa in contrapposto al peso.

Che, di due corpi diversamente pesanti, quello che più pesa, oltre al richiedere maggiore sforzo per essere sostenuto o sollevato, esiga anche un maggior sforzo per essere messo in moto, pure quando — come sarebbe, per esempio, il caso di una sfera che si faccia rotolare sopra un piano orizzontale, o di una barca che si spinga sull'acqua — i movimenti che gli si vogliono imprimere non possono affatto essere contrastati dal suo peso, è un fatto troppo ovvio, e troppo importante nella pratica, perchè si possa supporre che esso sia sfuggito all'attenzione dei primi osservatori o teorizzatori dei fenomeni meccanici.

Fra i "Problemi meccanici", presi in considerazione nell'opuscolo, attribuito ad Aristotele, portante tale titolo, figura infatti anche la domanda seguente: "Perchè si riesce a spostare con minore sforzo, dalla sua posizione di equilibrio, una bilancia scarica, che non una carica; e perchè, parimenti, una ruota, girevole intorno a un asse, esige tanto maggior sforzo a essere messa in moto quanto più essa è pesante?" A tali domande si risponde che ciò avviene perchè ogni corpo pesante offre resistenza, non solo a



esser spinto all'insù, ma anche all'essere mosso in qualsiasi direzione, comunque inclinata rispetto alla verticale.

Questa proprietà dei corpi, di offrire — indipendentemente da ogni influenza dell'attrito — tanta maggior resistenza a lasciarsi mettere in moto, quanto più essi sono pesanti, non è riconosciuta, da Aristotele, soltanto sotto questa forma vaga e, per così dire, puramente qualitativa.

In un passo importante della "Physica" (Lib. VII, cap. 5) egli afferma esplicitamente che "se una data forza, agendo su di un corpo gli fa acquistare una certa velocità, la stessa forza agendo (per lo stesso tempo) sulla metà dello stesso corpo, farà acquistare a questa una velocità doppia, e così via": proposizione questa che non differisce per altro che per la forma, da quella che si enuncierebbe ora dicendo che una data forza, agendo, a parità di tempo, su due diversi corpi, fa loro acquistare velocità inversamente proporzionali alle loro masse.

Nella "Mechanica" di Erone, lo stesso problema, visto sopra, relativo alla bilancia, viene a presentarsi di nuovo e sotto una forma assai più determinata.

La domanda è formulata così: "Perchè lo stesso peso, aggiunto su uno dei piatti di una bilancia in equilibrio, fà assumere a questa un diverso movimento, a seconda che essa sia già più o meno carica?" „Perchè, se, per esempio, nei due piatti vi erano già tre mine, e si pone, su uno di essi una mezza mina di più, la bilancia si inclina con una certa velocità, mentre se invece nei due piatti vi erano dieci mine, l'aggiunta della mezza mina fa inclinare la bilancia con velocità minore?"[1])

Si risponde che ciò avviene perchè, "nel primo caso, l'insieme dei pesi è mosso da una più grande forza, essendo le tre mine mosse da una forza eguale alla sesta parte di esse, mentre nel secondo caso le dieci mine sono mosse da una forza eguale alla ventesima parte di esse."

Sarebbe certo un'esagerazione il riguardare questa esperienza di Erone come un primo germe di quelle che ora si effettuano col sussidio della macchina di Atwood; ma non si può a ogni modo negare che il concetto di massa risulta, da essa, determinato nel modo più preciso che sia possibile, compatibilmente con la concezione, puramente statica, che i meccanici greci avevano delle forze e del modo di misurarle.

1) Physikalische Zeitschrift, 7°, 1905 p. 27—29.



Passando, dagli antichi, agli scrittori medioevali di meccanica, si trova che, nelle loro opere — a cominciare dal trattato "De ponderibus" di GIORDANO NEMORARIO, e dagli appunti di Leonardo da Vinci — la proposizione, riportata sopra dalla "Physica" di Aristotele — proposizione che, come è noto, nell'esposizione Aristotelica figura solo incidentalmente e a proposito di una speciale questione, quella cioè dell'esistenza o meno del "vuoto" (*τὸ κενόν*) — è assunta e messa in rilievo come un principio fondamentale della scienza del moto, e posta a pari, per questo riguardo, con l'altra che diverse forze agendo (per uno stesso tempo) su un dato corpo, gli fanno assumere velocità direttamente proporzionali alle loro intensità (misurate staticamente).

A questo punto non occorreva che confrontare l'una delle suddette due proposizioni con l'altra per ottenere immediatamente la conclusione che, affinchè due corpi acquistino, per l'azione (egualmente prolungata) di due forze, una stessa velocità, essi (cioè i loro pesi, o le loro "masse") devono essere proporzionali alle rispettive forze.

Che i corpi cadenti, liberamente, sotto l'azione del proprio peso, si trovassero precisamente in questo caso — che essi cioè cadessero, e appunto per la suddetta ragione, con la stessa velocità, qualunque fosse il loro peso — era già stato affermato, come risulta da una recente indagine di E. Wohlwill, anche dai meccanici greci [1]).

Nel suo Commento allo scritto aristotelico "De Coelo", GIOVANNI FILOPONO, non solo enuncia tale tesi, ma ricorre, per appoggiarla, ad argomentazioni affatto analoghe a quella, nota, di Galileo, basata sulla considerazione di due corpi che cadano essendo, prima, solidalmente congiunti l'uno all'altro, e che, a un certo punto, vengano a staccarsi cadendo ognuno per proprio conto.

In un'opera pubblicata due anni prima della nascita di Newton, cioè nel trattato "De motu" di GIOVANNI BALIANI [2]), il concetto della massa, e dei suoi rapporti col peso e con la "quantità di materia", figura caratterizzato, in modo per nulla inferiore in chiarezza e determinazione a quello che ci presenta la trattazione newtoniana.

Il Baliani (nella prefazione a tale sua opera), dopo aver parlato di alcune sue esperienze relative alla velocità dei gravi che cadono "con impedimento" — cioè, o essendo costretti a scorrere lungo piani inclinati, o essendo immersi in liquidi la cui pressione renda inefficace una parte del loro peso — esce in questa dichiarazione:

1) Si veda le recente edizione di tale opera di Erone (Teubner, Lipsia) pag. 180 e segg.

2) "De motu naturali gravium solidorum" (1638).



„. . . E fui condotto a pensare che, mentre il “peso“ (gravitas) si comporta come un' “agente“, la “materia“ si comporta invece come un “paziente“, e che quindi i gravi si muovono secondo la proporzione dei loro pesi alla loro “materia“, onde, se cadono senza impedimento verticalmente, si devono muovere tutti colla stessa velocità, poichè quelli che hanno più “peso“, hanno anche più “materia“ o “quantità di materia“ (plus materiae, seu materialis quantitatis). Quando invece vi sia qualche impedimento o resistenza, il moto si regolerà secondo l'eccesso della “virtù che agisce“, sulle resistenze, e sugli impedimenti al moto (secundum excessum virtutis agentis super resistentiam passi, seu impedientia motum)“, in altre parole, secondo il valore di quella parte, o componente, del loro peso che può effettivamente agire, e che è rappresentata dallo sforzo che si dovrebbe esercitare, in direzione contraria al moto, per trattenere il grave dal cadere.

Si può quindi asserire che, anteriormente e indipendentemente dal concetto o dall'ipotesi di qualsiasi dipendenza del peso di un corpo dalla sua posizione, si distingueva già chiaramente tra le due qualità dei corpi che sono ora rispettivamente indicate coi nomi di “peso“ e di “massa“,

Di tale fatto si potrebbe anche vedere una conferma indiretta in ciò che la concezione della variabilita del peso, non si presentò, nè a Newton, nè ad alcun suo contemporaneo, come atta a suggerire, sia pure solo come ipotesi da scartare, l'idea, — che avrebbe dovuto sembrare, in caso contrario, tanto naturale — di qualsiasi relazione di dipendenza, tra la massa di un corpo, e le relazioni di posizione, dalle quali era riconosciuto dipendere il suo peso.



Die Quellen des Macer Floridus.

Von H. Stadler.

Unter dem Titel: Macer Floridus de virtutibus herbarum ist uns aus dem Mittelalter ein Gedicht erhalten, das in 2269 Hexametern die Heilkräfte von 77 Pflanzen schildert. Eine unkritische Zeit hat dieses Gedicht, das Plinius, Dioskurides und Galen, ja selbst Walafried Strabo († 859 p. Chr.) zitiert, dem Freund und Zeitgenossen des Ovid, dem Ämilius Macer aus Verona zugeschrieben, so zuerst die Baseler Ausgabe von 1527. Einige Handschriften schreiben es einem Arzte Odo aus Verona zu, andere dem Zisterzienser Odo Mvremvndensis (Morimont) gest. 1161; etwas Sicheres ist nicht bekannt. Das Büchlein spielte einst in der Ärztewelt eine große Rolle, es wurde viel gelesen und auswendig gelernt, übersetzt und kommentiert, abgeschrieben und gedruckt. Choulant, der in seiner Ausgabe (Leipzig 1832) und in seinem Handbuch der Bücherkunde (233²) nebst Ernst Meyer (Geschichte d. Botanik III 426ff.) am eingehendsten darüber gehandelt hat, zählt eine ganze Menge Handschriften und Drucke auf, doch ließen sich in jeder größeren Bibliothek weit mehr finden; die Münchner hat allein 10 ihm unbekannte Handschriften, von denen einige bis auf das 12. Jahrh. zurückreichen. In dem Gedichte selbst werden 23 Autoren als Quellen genannt, von diesen sind aber 20 nur indirekt benützt, d. h. Name und Zitat sind aus der wirklichen Quelle nur abgeschrieben. Als solche bezeichnet Choulant irgend eine Übersetzung des Dioskurides, Galen und Plinius; Valentin Rose fügte hinzu noch den Gargilius Martialis.

Ich habe nun das Ganze nochmals auf die Quellen untersucht und habe zunächst gefunden, daß tatsächlich Plinius und Gargilius Martialis Hauptquellen des Opus sind, ersterer vermutlich in einem Exzerpte aus den medizinischen Büchern, deren es ja noch verschiedene gibt. Auch die Dioskuridesübersetzung war bald gefunden, es war die alphabetische Umarbeitung und Bereicherung jener lateinischen Übersetzung der Gotenzeit, welche ich nach cod. Mon. 337 und Parisin. 9332 herausgegeben habe, also der sogenannte Dyaskorides, von dem wir noch mehrere Handschriften



und 2 Drucke haben. Freilich war dieser damals noch nicht so reich mit Zusätzen versehen wie in der uns erhaltenen Form, da er Stücke aus Macer selbst enthält. Ich fand aber auch noch weitere Quellen, von denen ich Constantinus Africanus [1]) schon jetzt nenne; die übrigen wird die Untersuchung ergeben. Die Benützung der Quellen erfolgte in sehr verschiedener Form: bald läuft der Text eines Autors fast ein ganzes Kapitel lang fort, höchstens mit einer anderswoher geholten Einleitung oder kleinen Zusätzen, bald erscheint ein Kapitel mosaikartig aus lauter Stückchen zusammengesetzt.

Als Probe lege ich zunächst ein „Plinius"kapitel vor:

C. III Absinthium.	Const. Afric. de grad. p. 344
In primo calor esse gradu, vis sicca secundo	Absinthium calidum in primo gradu, siccum in secundo
Dicitur Absinthii; stomachum corroborat herba	Plin. n. h. 27, 46 stomachum corroborat
Illius quocumque modo quis sumpserit illam,	. . . . (Dichter)
Sed melius pluviae si sit decocta liquore,	bibitur et decoctum aqua ac postea
Et sic sub divo prius infrigidata bibatur.	nocte et die refrigeratum sub divo
Sic poterit variis eius succurrere morbis,	
Hocque modo pellit lumbricos, mollit et alvum,	. . . . 48 ventris animalia pellit alvom emollit (cf. 32, 100)
Eius et immodicum sedat sic sumpta dolorem,	. . . et in dolore sanat
Urinam potu producit, menstrua solvit. [2])	50 urinam ac menses cient
Illi si nardum, quam profert Gallia, iungas	tres quattuorve ramuli cum Gallici
et coniuncta teras et mulsa trita resolvas,	nardi radice una, cyathis aquae sex,
praecipue tali purgabis menstrua potu,	menses privatim
hoc quoque praestabunt cum lana subdita molli.	cum melle sumptum et in vellere adpositum.
Si siler et nardus et acetum iungitur illi	48 cum sile et nardo gallico, aceti exiguo addito.

1) Ich benütze die Baseler Ausgabe von 1539 (Constantini Africani post Hippocratem et Galenum etc. opera) de gradibus liber. p. 342 ff.

2) falsche Interpunktion, es sollte nach dolorem ein Punkt, nach soloit ein Komma stehen.



noxia deterges potu fastidia tali.	fastidia absterget
Gramina si rutae iungas huic salque piperque	48 cruditates detrahit cum ruta et pipere et sale. antiqui
cumque mero tundens des haec decoctave potum,	purgationis causa dabant . . . . 49 diligenter autem
noxius et crudus stomachi purgabitur humor.	teri debet propter difficultatem.
Iri coniuncta pectus mire iuvat hausta.	thoracem purgat cum iride sumptum
Acri cum vino trita se quilibet ungens	52 culices ex oleo (aceto Vulgata) perunctis abigit et fumo, si uratur.
Non metuat culices, ustaeque fugantur odore.	49 in regio morbo crudum bibitur cum apio [aut adianto]
Ictericis crudam dabis hanc apio sociatam,	. . . iocineris causa cum Gallico nardo
Curat hepar, sibi si iungatur Gallica nardus,	
Splenque sibi iuncto potata iuvabit aceto.	lienis cum aceto [aut pulte aut fico sumitur].
Sic quoque fungorum depellit sumpta venenum,	50 adversatur fungis ex aceto [item visco]
Obstat letiferae cum vino sumpta cicutae,	cicutae ex vino et muris aranei morsibus, draconi
Sicque venenatis occurrit morsibus hausta,	marino, scorpionibus.
Et claros oculos reddit cum melle peruncta.	oculorum claritati multum confert [epiphoris cum passo imponitur]
Hocque modo sugillatis superaddita prodest,	suggillatis cum melle.
Decoctaeque vapor obstrusas liberat aures,	aures decoctae eius vapor suffitu sanat aut, si manent sanie, cum melle tritum . . . .
Si manant sanie cum melle terens superadde.	
Subvenit anginae melli nitroque iugata.	51 anginae subvenit cum melle et nitro
Vulneribus prodest contrita recentibus illa,	[epinyctidas ex aqua sanat], volnera recentia
Si superaddatur capitis sic ulcera curat,	prius quam aqua tangantur impositum, praeterea capitis ulcera . . . . [peculiariter ilibus imponitur cum cypria cera aut cum fico]

Pruritusque iuvat eius decoctio fotu.	sanat et pruritus. [non est dandum in febri]
Nausea non poterit quemquam vexare marina,	52 nausias maris arcet in navigationibus potum
Antea commixtam vino qui sumpserit illam.	
In lini panno si circumcincta geratur	inguinum tumorem in ventrali habitum.
Inguinis immodicum fertur cohibere tumorem.	
Olfactu somnum capiti vel subdita praestat,	somnos adlicit olfactum aut nescio sub capite positum
Hanc sibi supponi si non praesenserit aeger.	. . . .
Denigrat crines cinis eius, si bene mixtus	capillum denigrat absinthi cinis unguento
Ceroto fuerit et eo sint saepe peruncti.	rosaceoque permixtas [vestibus insertum tineas arcet]
A tineis tutam reddit qua conditur arcam. (Diosc. lat. III *ΚΓ'* in arca missus tinea⟨m⟩ non admittit.)	Const. Afr. S. 345 Unde Dioscorides: Absinthium, inquit, in arca positum, in qua panni sunt conditi, tuetur eos, ne a tineis destruantur.
Sub lingua factum curat cum melle tumorem,	Cum melle temperatum, tumorem qui est sub lingua curat,
Livoremque nigrum, qui circa luminis orbem	et nigredinem quae est sub oculis expellit, visumque clarificat.
Apparere solet, purgabit idem medicamen.	
Auris depellit sonitum cum felle bovino.	Cum felle taurino tritum et auribus inunctum confortat et sonum ab eis excludit
Duritiam splenis eius cataplasma resolvit.	cataplasmatum duritiam splenis mox dissolvit
Coniuncto sibi melle sterae si subditur herba	Temperatum cum melle er in vulvam missum menstrua provocat . . . .
Desiccabit eam, manareque menstrua coget;	
Ex oleo fuerit viridis si cocta, iuvabit	Cum oleo coctum et stomacho inunctum iuvat cf. n. h. 27. 52.
Non modice stomachum, quot erit hoc unguine fotus.	

Incaustum vino, quo sit macerata, resolve:
Si scribis chartam mus non teret amplius illam.

Erit incaustum factum ex aqua in qua absinthium est coctum, servat chartas incolumes cum eo descriptas ne mures possunt eas rodere. n. h. 27, 45.

Plinius attollit magnis hanc laudibus herbam
Romanosque refert sacris ex more diebus
Dum quadrigarum cursu certare solerent,
Absinthii succum solitos donare bibendum
In capitolina victori sede locato,
Credentes pretium prae cunctis reddere dignum
Illi, quo firmam posset servare salutem,
Quae constat mundi pretio pretiosior omni.

herbae facillimae atque inter paucas utilissimae, praeterea sacris populi Romani celebratae peculiariter, siquidem Latinarum feriis quadrigae certant in Capitolio victorque absinthium bibit, credo, sanitatem praemio dari honorifice arbitratis maioribus.

Andere solcher Pliniuskapitel sind: 1. Artemisia, 4. Urtica, 11. Betonica (aus lauter kleinen Stückchen zusammengesetzt meist aus d. 26. Buche, dazwischen eine andere Quelle, wohl Pseudo-Musa de herba betonica), 22 Lilium, 48 Cyperus, 50 Barrocus (melisso-phyllum), 51 Senecion, 52 Chelidonia, 55 Elleborus albus, 57 elleb. niger, 58 Verbena 2ter Teil, 65 Cicuta u. a.

Hieran schließe ich als Probe eines Gargilius-Martialis-Kapitels c. 31 eruca (fehlt bei Const.) (c. 14 Rose).

Erucam calidam dicunt mediocriter esse,
Siccam non adeo. Cibus eius digerit escas
Et valet urinas haec mansa vel hausta movere.
Manditur utiliter pueris, tussimque repellit,
Emundare cutem maculis cum melle iugatam
Tradunt et mundos lentigine reddere vultus.

Eruca calidae quidem, non tamen nimium austerae ignitaeque virtutis est. inde . . . . . in cibo sumpta et digestiones adiuvat et urinam movet. . . . . infantibus tussientibus in cibo utilis est. maculas cuti tollit ex facie cum melle inli a, lentigines extrahit.



Elixata prius radix valideque subacta	radix in aqua decocta
Ossibus et fractis superaddita detrahit illa.	extrahit ossa quae fracta sunt.
Cum vino tritum si semen sumitur eius Quosvis pestiferos ictus curare refertur.	Semen ex vino potum scorpionum venena itemque aranei muris excludit.
Haec nigras maculas purgat cum felle bovino	nigras cicatrices cum felle bubulino ad candorem reducit. . . . .
Illita. Mira loquar, cum vino largius haustam Indurare ferunt hanc contra verbera sensum.	ex vino pota duritiam sensus contra verbera creditur posse praestare.
Si condituris coquus hanc admisceat herbam Aut semen, gratum dicunt praestare saporem, Euzomonque solent hac causa dicere Graeci Erucam, succus quod gustu sit bonus eius.	condituras coquorum tam ipsa quam semen adeo suavissimas reddit, ut inde a Graecis euzomos nominata sit. . . . .
Non modice mansam venerem stimulare vel haustam Confirmant pariter medici pluresque poetae.[1])	venerem maxime stimulat in cibo sumpta . . . .
Est cum lactucis haec herba comesta salubris, Namque calor dat temperiem cum frigore mixtus.	lactucae quoque optime in cibo iungitur, ut rigori par fervor admixtus temperamentum salubre componat.

Solche Gargilius-Martialis-Kapitel sind noch: Allium (5), Porrum (13), Feniculum (17), Cerefolium (27, Schluß aus Walafrid Strabo), Atriplex (28), Nasturtium (30), Cepa (33), Sinapi (35), Caulis (36), Pastinaca (37), Serpillum (39), Malva (62), Paratella (= Lepathum 63).

Ich gehe über zum Dyascorides und gebe als Beispiel Origanum (38):

Origani vires calidae siccaeque leguntur, Tertius huic in utroque gradus conceditur esse.	Const. 372 Origanum duplex est domesticum et sylvestre utrumque calidum et siccum in tertio gradu.
Illius in vino curat decoctio sumpta	Dyasc. nach der Beschrb. d. Pflz.:

1) Colum 10, 382 eruca salax, Colum 10, 108 Priapo vicina, Celsus 2, 21, 33 erodunt, Mart. 3, 75, 3, Iuven. 9, 134 u. a.



Quosvis pestiferos morsus, si saepe bibatur;	Elixatura eius cum vino data morsibus venenatis occurrit.
Cum mulsa sumptum prodest aconita bibenti, Sic multis aliis dicunt obstare venenis.	Cum dulcore bibita aconitum bibentibus aut conium aut gypsum prestat effectum.
Conquassata iuvat mansum vel saepius haustum,	Conquassationibus et omnibus doloribus prodest
Hydropicos reprimit bibitum siccatque tumores.	ydropicis maxime cum cucumere comesta medicatur,
Cum mulsa bibitum choleram deponere nigram Dicunt, oxifabi fuerit si pondere sumptum	oxifabe pondere bibita cum mulsa nigram coleram per ventrem deponit,
Menstrua reducet bibitum vel si superaddas Tritum, vel cocta mulier si se fovet herba.	menstruis imperat. Es folgt ein Stückchen Oribasius: Item ad tussiculam tardam etc. longi temporis in feminis abstinentia purgationis potui data vel cataplasmati imposita aut lesionibus uncta optime facit.
Illius pulvis tussim cum melle repellit; Pruritus, achoras maculasque cutis fugat omnes, In quo decoquitur si saepius amne laventur; In lavacro iuvat ictericos haec coctio sumpta;	Tussim amputat sicut ellectuarium cum melle datum pruriginem corporis et achoras et omnem maculam extergit aqua ipsius yctericis in balneo bibita medetur.
Succus praedictae viridis si sumitur herbae, Uvas et fauces curat siccando tumentes;	Sucus eius bibitus viridis tumorem faucium et uve tollit
Oris vulneribus medicabitur ore retentus;	vulnera oris curat cum oleo yrino
Naribus infusus irino mixtus olivo Invisum capiti coget manare cruorem;	sucus eius naribus missus sanguinem provocat
Auribus infusus sedat cum lacte dolorem;	cum lacte infusus dolores aurium prohibet [nauseam provocat]
hic succus mixtus cepis et rho syriaco Ponitur ad solem tunc quando Sirius ardet,	Si cum oleo cepullas et rosiriacum in vase eneo coques in sole diebus canicularibus per dies quadraginta et stratui(-o) subponas, omnia



Sicque quaterdenis fervebit in aere diebus,	animalia nociva non permittit adesse.
Si supponatur lecto confectio talis,	
Effugat (ut dicunt) animalia cuncta nociva.	
His quibus ex aliquo vitio digestio tarda	Nun folgt Gargil. Mart. 37
Evenit, ex vino prodest si sumitur albo;	Origano greci tria nomina posuerunt etc. hoc ex vino albo tritum et
Cum calida morsus stomachi lenire probatum est.	in potione sumptum [scorpionum et aranearum venenis resistit] cruditatem discutit stomachi morsus ex aqua calida datum lenit.
Illius succos oleo mixtos et aceto	Cum oleo et aceto tritum collectumque
Succida lana bibat, et sic superaddita membris	succida lana luxatis et contusis partibus prodest.
Luxatis et contusis multum iuvat illa.	Const. A. 372. urinam et menstrua
Provocat urinam, lumbricos proicit haustum,	provocat ... lumbricos et ascarides
Dente diu tritum solet inde fugare dolorem.	occidit et expellit, si eius apozema potetur. masticatum dolorem den-
Omnia potatus succus iuvat interiora;	tium mitigat. Stomachum, pectus et epar et pulmonem de grossis tumoribus purgat.
Eius cum succo si carica trita bibatur,	Cum ficubus siccis manducatum sudorem provocat.
Sudorem poris producere fertur apertis.	
Appositus coxis succus cum polline farris	n. h. 20, 170. Est alia cunila ... laterum dolorem cum farre ....
Harum saepe gravem pellit reprimitve dolorem.	⟨emendat⟩

Ähnliches Zusammentreffen des Dyask. mit Macer, d. h. daß die aus anderen Autoren eingesetzten Stücke genau in derselben Reihenfolge stehen, habe ich auch sonst noch gefunden:

So ist z. B. in Allium (5) der Eingang beiderseits aus Isidor, das gleiche Kapitel ist bei Macer und in dem entsprech. Abschnitte im Dyasc. aus Pseudoapuleius erweitert, im Diosc. stehen diese Stücke natürlich nicht. Solche Einschiebsel zeigen auch die der Plantago minor gewidmeten Verse:



	Dyasc.
242 Cuncta potest Plantago minor praedicta iuvare,	melior tamen maiore minoris vero plantaginis sucus . . . .
Quamvis non tantas vires videatur habere.	si cui vulnus secus oculum vel nasum natum fuerit succo eius mundo cum lana molli imposita per dies novem . . . .
Praecipue succus curat Plantaginis huius,	
Quod iuxta nares vel lumina nascitur, ulcus,	
Si superaddatur cum lanis mollibus illi,	
Perque novem cataplasma dies istud renovetur.	

Psap. 2, 18 (S. 146). Si cui ulcus secus oculum sive nares natum fuerit. Herbae plantaginis contusae succo expresso lanam mollem madefactam imponet per dies novem et sanus fiet.

Eius si succo tepido venter foveatur	Dyasc. . . . . item succus tepefactus
Acri depulso sanabitur ille dolore.	fomento ventris dolores tollit.
P sap. 2, 2 herbae plant. ventris	succus tepefactus fomentando dolorem tollit etc.
254 Ante duas horas quartanae quam tremor aegrum	ante duas horas accessionis potui da quartenariis et miraberis effectum
Vexet si succum biberit Plantaginis huius,	
Sentiet eximiam facili medicamine curam.	

Psap. 12 ad quartanas: Herbae plantaginis succum in aqua mulsa ante du ashoras accesionis potui dato et miraberis effectum.

So ist also dieser ganze Teil des Plantago-Kapitels aus Psap. zusammengestückelt u. z. T. in den Macer übergegangen.

Das gilt aber auch für andere Autoren. So hat das Kapitel Ruta (7) gleich anfangs mehrere Zusätze aus Galen ad Pat. im Dyasc. und Macer an gleicher Stelle, ebenso im Schlusse aus Gargilius Martialis.

Die Nepeta (15) = calamiten Dyasc. beginnt mit den Namen nach Gargilius Martialis, denn die im Dyasc. vorausgehende Pflanzenbeschreibung ist im Macer immer weggelassen. — Es folgt aber auch im Dyask. auf Diosc. ein Stück Garg. Mart. Dann kommt im Macer und im Dyasc. Oribasius. Die aus Const. 377 geschöpfte Beschrb. der elephantiasis fehlt natürlich im Dyasc., dessen Ordnung sonst eingehalten wird; 615 steht wieder ein Stück Oribas. Im Pulegium (16) steht erst ein Stück Dyask-Diosk., dann kommt nach dem Amnion-Exkurs, dessen Quelle erst noch zu bestimmen ist:

642. Cum sale contritam melli si iunxeris illam	mixtum melli et sali contractis medicatur
Unguine contractis potes hoc succurrere membris.	Das steht nicht im Diosc., aber im Dyasc. aus Oribas.:
Illius pulvis sumptus cum melle vel haustus	
Pectoris humores viscosos extenuare Et per sputa potest illos educere mire.	calefacit etiam nimis extenuat et de thorace et pulmone pingues et viscosos humores facile per os spuere facit
Nausea vel morsus stomachi curabitur illa Cum pusca sumpta vel aceto quod sit aquosum.	Dyasc. = Diosc. nausiam et morsus stomachi cum pusca bibitum reparat. Schluß des Diosc. Das Folgende (nach Dyasc.):
V. 663. Elixatura si quisquam saepe tepenti Illius abluitur, pruritus non patietur, Et sic matricis poteris curare tumorem;	in balneis infricitum pruriginem tollit, fomento tumeres stericos mitigat. (Diosc. tumores et inflationes stericas) Nun folgt Gal. ad. Pat.
Tussim compescit cum vino sumpta tepenti, Et sic urinam compellit reddere largam.	[odor eius nausiam prohibet], tussientibus prodest et est diureticum valde

Das Portulacakapitel (19) dagegen scheint direkt aus Oribas., und Gal. ad Pat. zu sein.

Ähnlich steckt ein Stück Oribas. aus Dyasc. im Eingang der Paeonia, aus Gal. ad. Pat. in Verbena usw.

Kehren wir nun zu Macer zurück. Ich erinnere daher an die Kapitel Absinthium und Origanum, die uns schon 2 Constantinusstellen boten. Dazu kommen noch die Gradangaben in jedem Kapitel, die allerdings ein paarmal von Const. abweichen, und erst noch auf ihr Verhältnis zu Galen. Oribas u. a. zu untersuchen sind. Besonders wichtig erscheint mir Kap. 49 Paeonia: das beginnt, wie ich sagte, mit Oribasius — nach den gradus:

Paeoniam medici calidam siccamque fatentur. Hancque tenere gradum dicunt in utroque secundum.	Const. 358 Paeonia cal. et. sicca in 2⁰ gradu etc. ex Orib. Dyasc. (Dyasc. ex Diosc.)
Splem iecur et renes sq.	
1617 Illius radix pueris suspensa caducis	

Non modicum prodest, Galienus ut asserit auctor [simpl. facult. VI, 3, 10 = XI 859]
Quendam se puerum narrat vidisse caducum,
Aetas cuius erat annorum circiter octo,
Paeoniae puer hic radicem ferre solebat
Appensam collo; quadam vice decidit illa,
Moxque puer cecidit, solito qua more ligata
Protinus evasit; Galienus vero probare
Rem plene cupiens radicem denuo dempsit
De collo pueri, cecidit, vignitque resumpta.
Cognita vis herbae fuit huius sic manifeste.
Ipse Dioscorides cunctis ait esse caducis
Aptam, si bibitur vel si suspenditur illa.

Oribas. ex Dyasc. Integra autem herba desiccativa est fortiter, ita ut appensa radix eius pueros epilepticos sanat
Const. p. 358:
Unde Galenus; Vidi, inquit, puerum octo annorum in cuius collo paeonia suspensa ferebatur Quae cum forte quadam die caderet, mox puer ad terram corruit percussus ab epilepsia.
Sed religata collo eius celeriter evasit a passione. Admirans itaque paeoniam de collo eius secundo abstuli: Ipse tamen eodem modo ad terram cecidit. Paeoniaque rursus collo apposita protinus incolumis surrexit. [Ideoque confisus sum ut quiddam tenuissimum dissolutum et cum aere mixtum una cum flamine cerebrum petat].
Alii tamen dicunt maxime Dioscorides paeoniam qualicumque modo accipiatur, epilepticorum iuvativam esse.

Das steht aber weder im Dioscorides noch auch im Dyascorides, dem der Schluß des Paeoniakapitels entnommen ist.

Meiner Ansicht nach ist damit Constantinus evident als Quelle des Macer dargetan. Es stammen aber aus ihm fast ganz (höchstens mit kleinen Stückchen Dyasc.) auch noch die Kapitel: Pyrethrum, Gingiber, Cyminum, Galanga, Zedoar, Gariofilus, Cinnama, Costus, Spica, Thus, Aloe (67—77) also die sogenannten ‚species‘, die in verschiedenen Handschriften fehlen. Es scheinen also diese Kapitel ein Nachtrag zu sein, doch ist, wie oben nachgewiesen, Constantinus auch schon in den vorhergehenden Partien benutzt. Als Probe dieser Specieskapitel gebe ich das Kapitel 75 spica.

Esse gradu primo calidam siccamque periti
Testantur spicam, quae dicitur Indica nardus.
Confortat potata iecur, stomachique dolorem

Const. 348. Spica nardi cal. est in 1° gr. sicc. in 2°.
Epar et stomachum confortat, dolorem enim ab eis amputat.

Mitigat, et renes illius apozima purgat, Vesicam iuvat, urinas et menstrua pellit,	Apozema eius bibitum renes et vesicam ab omni sorde mundat menstrua et urinam provocat.
Ictericis prodest, nocuis humoribus obstat, Quos caput ad pectus transmittit saepe per uvam;	Icteritiam ex oppilatione fellis et epatis curat, humoribus a capite ad pectus descendentibus resistit.
Puncturas aufert et morsus interiorum, In stomacho clausum solet hausta repellere ventum; Matricis nimium restringit subdita fluxum.	Puncturam stomachi et ventositatem intestinorum aperit et mulieribus supposita fluxum sanguinis constringit. Si autem moretur diu in aqua qua cocta est fluxum tollit, et iuvat calida apostemata vulvae et q. sq.
Cum gelida si detur aqua, sedare tremorem Dicitur haec cordis, et nausea sistitur inde.	Cum aqua frigida potata [abominationem tollit] et cordis tremorem. Dyasc. nausiam patientibus cum frigida aqua potate subveniunt.
Excitat haec venerem cum sapae sumpta liquore,	Const. Cum sapa bibita libidinem augmentat.
Duricias stericas elixatura resolvit Eius fomento per partes inferiores.	Dyasc. [in] aqua in qua elixate sunt matricis duritias per fomentum dissolvunt (-vet. Diosc.)
Lumina si tepida foveantur saepius illa, Affirmant acri prurigine libera reddi,	Eadem aqua oculorum prurigines aufert [sub mordens etiam palpebras].
Palpebraeque pili bene confortantur eadem.	Const. pilosque palpebrarum confortat.
Est Nardi species, quae celtica spica vocatur Celtarum tantum quod nascitur in regione; Omnia quae Nardus valet Indica, dicitur ista Posse, licet vires videatur habere minores.	Celticam dixit Galienus esse illius naturae cuius spica est et illius actionis. Huius tamen actio debilior est . . . .

In älteren Drucken (Cornarius, Frankfurt 1580. Ranzovius, Hamburg 1590) folgen dann noch 20 Kapitel, die durch die ganze Fassung (Pflanzenbeschreib.) und auch den Versbau (Binnenreim) sich von den früheren deut-



lich unterscheiden, weshalb sie Choulant als Spuria Macri anhangsweise beifügte. Diese sind nichts als der versifizierte Dyascorides, wie er uns gedruckt vorliegt:

26. Sp. Macri 1.	Dyasc.
Aaron. Est Aaron nostra, Syroum Castica lingua. Huic similes forma frondes sunt cum viperina Sed tamen huic tantae non sunt quantae viperinae,	Aaron quam Siri canticam vocant, folia habet draconteae similia sed minora et non varia.
Virgae palmarum fit magnitudo duarum, Ipsaque purpurea, croceum profert quoque semen,	virgam habens duorum palmorum et colorem purpureum atque semen croc⟨e⟩i coloris.
Radix ast alba est veluti viperina rotunda, Quae mandi vel cruda potest, vel cocta, ubi virtus Viscida non nimis est eius iuncto sale sumptae,	habet radicem albam similem draconteae, quae cruda et cocta manducari potest quia non est valde viscida. folia eius conposita in sale manducantur.
Sed nec dissimilis in cunctis partibus est vis.	Virtus in semine, radice et foliis similis draconteae.
Eius cum fimo bubulo cataplasmate facto Imposito et podagrae medicari posse putatur.	Mixta fimo bubalino et cataplasmis adhibita podagricis medetur jetzt kommt ein Stück Pseudo-Oribasius.
Extenuat pingues humores in mediocri, Unde fit ut vacuet thoracem sputa movendo. Herbae totius est proiectoria virtus Non tamen ut tantus fortassis sit calor illi. Radix illius debet collecta recondi, Ut solet abscondi cyclaminis et viperinae.	Radix eius extenuat pingues humores non mediocriter unde ad exspuendum thoracis humorem utillissima est. Tota herba proiectoriam habet virtutem non fortem sicut dracontea sic tamen calefacit. Radix eius collecta reponitur sicut dracontea et ciclamen.

Wenn ich nun alles überschaue, so kann ich etwa von 2000 Versen die Quelle bestimmen, wo das nicht geht, spricht wohl meist der Dichter selbst, wie im Amnion-Exkurs unter Pulegium (16), Elleborus albus (56), Asarum (46), Verbena (58)

hanc herbam gestando manu si quaeris ab aegro:
Dic. frater, quid agis? bene si responderit aeger,
Vivet, si vero male, spes est nulla salutis —

oder es liegt jene noch unbekannte Quelle vor, der verschiedene Ärztenamen entstammen, wie 486 und 1166 Menemachus; 1389 Iustus u. a. Auch den Schluß von Gaisdo (c. 55) und überhaupt diejenigen Stellen, wo vom albumen ovi die Rede ist, konnte ich noch nicht nachweisen.

Nun läßt sich aber auch die Zeit des Macer näher bestimmen. CONSTANTINUS AFRICANUS fällt in die Zeit von 1067—1106; da er als Quelle benutzt ist, kann der Benutzer nicht wohl vor 1070 geschrieben haben; nun hat ERNST MEYER (Geschichte der Botanik, III 422) darauf hingewiesen, daß der 1112 verstorbene SIGEBERTUS GEMBLACENSIS in seinem Büchlein von den kirchlichen Schriftstellern des Macer bereits gedenkt mit den Worten: Macer scripsit metrico stilo librum de viribus herbarum. Nehmen wir noch dazu, daß das um 1101 publizierte regimen sanitatis Salernitanum Verse aus Macer enthält, so kommen wir unbedingt auf das letzte Viertel des 11. Jahrhunderts, vielleicht also gegen dessen Ende; da aber der DYASCORIDES Quelle des Macer ist, so fällt dieser etwas vorher, wir haben also wenigstens einen terminus ante quem für ihn.

Viel zitiert wird unser Gedicht u. a. von VINCENZ VON BEAUVAIS im speculum naturale, fernerhin von SIMON JANUENSIS (c. 1290) in der Clavis sanationis, MATTHAEUS SYLVATICUS (c. 1214) im Opus pandectarum medicinae und in den dem PETRUS VON ABANO zugeschriebenen Randnoten zum DYASCORIDES.



Bestimmungen des Erdumfanges von AL BÊRÛNÎ.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Allgemein bekannt ist die Gradmessung[1]), die unter dem Kalifen AL MAMÛN ausgeführt wurde und auf die die verschiedensten arabischen Gelehrten zurückgegriffen haben.

Von AL BÊRÛNÎ ist auf äußerst sinnreiche Weise die Größe des Erdumfanges ermittelt worden. Die Methode beschreibt er zunächst in seiner Schrift über die Anwendung des Astrolabs. Nachdem er dies Instrument kurz beschrieben und seine Anwendung zu astronomischen Zwecken erörtert hat, benutzt er es, um Höhen-, Tiefen- und Abstandsmessungen auf der Erdoberfläche auszuführen und verwendet es zuletzt zu der oben angegebenen Aufgabe.[2])

Die Übersetzung der Stelle lautet:

Bestimmung der Größe des Umfanges der Erde.

Wähle einen beliebigen Ort in ebenen Wüsten und bestimme dessen Breite nach den früher angegebenen Methoden. Dann ziehe die Mittagslinie und schreite in gerader Richtung längs derselben nach dem Polarstern. Auf diesem Weg stelle Marken (Stäbe) auf und prüfe, ob sie in gerader Richtung stehen, so daß du, wenn du von irgend einem [ersten] Zeichen zu einem dritten blickst, dieses durch das zweite dir verdeckt ist. Wenn sie dann auf der Mittagslinie liegen und nicht auf einer anderen, so miß den von dir zurückgelegten Weg in Ellen, bis du eine Strecke von 20 oder mehr Parasangen[3]) zurückgelegt hast. Dann miß die Breite des Ortes, zu dem du gelangt bist, davon ziehe die Breite des ersten Ortes ab und dividiere durch die Differenz den Abstand der beiden Orte in Parasangen

1) Die Gradmessungen bei den Arabern überhaupt sind sehr eingehend behandelt von C. A. NALLINO: Il valore metrico del Grado di Meridiano secondo i Geografi Arabi, Turin 1893; NALLINO hat auch das ganze Material zusammengestellt.

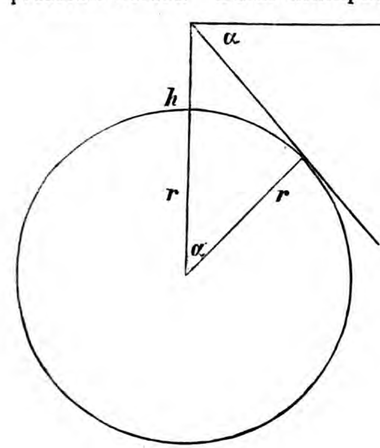
2) Dank dem Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. STERN habe ich die Berliner Handschrift, Pet. 672 (AHLWARDT, Katalog, Bd. 5 S. 228) in Erlangen benutzen können. Unser Kapitel steht fol. 43a und 43b.

3) 1 Parasange ist gleich 3 Meilen und 1 Meile gleich 4000 Ellen und 1 Elle rund gleich 1/2 Meter. Genauere Angaben finden sich in der oben zitierten von NALLINO.



(Farsach); das Resultat multipliziere mit 360; was dann heraus kommt, ist der Umfang der Erde in Parasangen.

Zur Bestimmung dieser Größe gibt es eine andere Methode, die in der Idee richtig und geometrisch exakt ist (BURHÂN)[1], schwierig aber in ihrer Ausführung wegen der Kleinheit[2] des Astrolab und wegen der Kleinheit der Größe des Dinges, auf welches man sich bei ihm stützt. Die Methode besteht darin, daß man auf einen Berg steigt, der sich oberhalb des Meeres oder der glatten Wüste erhebt. Dann beobachtest du den Sonnenuntergang und ermittelst bei ihm die von uns schon erwähnte Depression α (Inḥiṭât s. w. u.). Dann bestimmst du die Höhe h dieses Berges und multiplizierst sie in den Sinus des Komplements der gefundenen Depression ($h \cos \alpha$) und dividierst durch den Sinus versus ($1 - \cos \alpha$) der Depression selbst. Dann multiplizierst du immer das Resultat mit 22 und dividierst das Ergebnis durch 7.[3]) Dann ergibt sich die Größe des Erdumfanges in dem Maße, in dem man die Höhe des Berges gemessen hat. Und uns ist in bezug auf diese Depression und ihre Größe in den höheren Orten niemals ein Experiment aufgestoßen. Uns hat zu der Erwähnung dieser Methode das veranlaßt, was ABU'L 'ABBÂS AL NAIRÎZÎ[4]) nach ARASTÛLUS[5]) berichtet, nämlich daß die größte Höhe von Bergen $5^1/_2$ Meilen ist in dem Maße, in dem der halbe Durchmesser der Erde etwa 3200 Meilen ist. Die Rechnung würde nach dem Vorhergehenden ergeben, daß auf einem Berge von dieser Höhe man eine Depression von etwa 3 Graden findet.



Aber zum Experiment nimmt man seine Zuflucht in ähnlichen Dingen und nur auf Grund ihrer Prüfung vertraut man.

Hiermit schließt die betreffende Stelle und damit das Werk selbst.

Die oben erwähnte Depression (Inḥiṭât) bestimmt AL BÊRÛNÎ mit dem Astrolab im Anschluß an die Bestimmung des Höhenwinkels (der

1) Das hier vorkommende Wort Burhân bedeutet einen geometrischen Beweis (vgl. A. NALLINO, Glossar zu al Battânî II, 323).

2) Im Text steht al Âlâb, das könnte eine Abkürzung für Asturlâb sein, man könnte aber auch lesen al Alât, die Instrumente.

3) Es ist offenbar $(r+h) \cos \alpha = r$, also $r = h \cos \alpha \,/\, (1 - \cos \alpha)$. Um den Umfang zu erhalten, muß man also mit 2 . 22/7 multiplizieren, offenbar ist durch einen Irrtum des Abschreibers die zwei fortgefallen.

4) Zu ABU'L ᶜABBÂS AL NAIRÎZÎ vgl. SUTER no. 88 S. 45 und Nachträge. Es könnte sich die betreffende Stelle finden in seinem Kommentar zum Almagest und in seinem Werk über das Instrument, mit dem man die Entfernung von Gegenständen bestimmt (so dürfte es nach QIFTÎ S. 254 lauten, nach dem Fihrist hat SUTER die Stelle wiedergegeben).

5) Ob ARASTÛLUS ARISTOTELES ist, mag dahingestellt bleiben. Eine antike Beziehung der Höhe von Bergen zum Erddurchmesser erhalten wir aus der Angabe, daß ERATOSTHENES für die Höhe h der höchsten Berge 10 Stadien fand

Erhebung, Irtifâ[c]) über dem Horizont (a. a. O. fol. 5b—6b). Das Astrolab ist bekanntlich eine Kreisscheibe aus Metall, bei der in unserem Fall der linke obere Quadrant, wenn man vor ihr steht, geteilt ist. Er heißt der Quadrant der Erhebung. Der Punkt der Horizontalen, von dem die Teilung ausgeht, heißt der Ostpunkt. Um eine durch die Mitte gehende Axe dreht sich die Alhidade (AL [c]IḌÂDA), auf der gegen die Enden zu zwei senkrechte Metallstücke mit Löchern, die Absehen (Hadafa) angebracht sind. Die Alhidade trägt einen Zeiger (Murî), der auf dem Kreis sich bewegt. AL BÊRÛNÎ gibt nun etwa folgendes an:

Zur Bestimmung des Höhenwinkels wird das Astrolab mit der rechten Hand gefaßt und mit dem geteilten Quadranten der Sonne zugekehrt. Man dreht dann die Alhidade solange nach oben oder unten, bis die eine Absehe die andere beschattet, und die Strahlen des oberen Loches auf das untere fallen. Dann wird die Stellung des Zeigers an dem geteilten Quadranten abgelesen. Man erhält so die Höhenwinkel für die betreffende Zeit. Bei den Sternen, deren Strahlen von den Absehen [sie sind zu schwach] keine Schatten liefern, hängt man das Astrolab frei auf und sieht mit dem einen Auge, nachdem man das andere geschlossen hat, nach dem Stern, bis man ihn durch beide Löcher der beiden Absehen gleichmäßig sieht; das gibt den Höhenwinkel. Daran schließt AL BÊRÛNÎ die Bemerkung: ist dir diese Operation [sc. mit den beiden Löchern] schwierig, so gibt es einen Kunstgriff, um die Sache zu erleichtern. Du nimmst nämlich eine durchgehende Röhre, deren Höhlung gerade ist, sei es aus Rohr, sei es aus irgend einer anderen Substanz, und befestigst es auf der Alhidade eben und parallel zu deren Rande. Dann verfährst du wie vorher ausgeführt, bis du den Stern durch das Rohr siehst und liest die Stellung des Zeigers ab. Ebenso verfährt man, wenn man den Höhenwinkel eines Berges, eines Minarets, einer Wand usw. bestimmt oder von irgend etwas, das sich über der Erdoberfläche befindet oder von etwas anderem, das du durch die beiden Löcher der Alhidade sehen willst.

Zur Bestimmung der Depression führt AL BÊRÛNÎ etwa das folgende aus: Bist du auf einem hohen Berge, und speziell auf einem, der sich über dem Meer oder einer gleichmäßig ebenen Fläche erhebt, und zwar zur Zeit des Aufganges oder Unterganges oder nahe bei dieser Zeit und bestimmst die Erhebung nach der früher angegebenen Methode, so fällt der Zeiger der Alhidade unter den Ostpunkt und er hat keine „Erhebung". Dann muß man statt der „Erhebung" die Depression bestimmen. Dazu hängst du das Astrolab links von dir auf, so daß es frei ist und stellst es so auf, daß der Höhenquadrant von dem Körper abgewandt ist, dessen Depression du bestimmen willst. Du verfährst wie früher angegeben, bis die Strahlen der Sonne gleichzeitig in beide Löcher eindringen oder du den Stern oder etwas anderes gleichzeitig durch sie oder das Rohr siehst. Aus der Lage des Zeigers erhältst du die Depression. So verfährst du bei jedem Gegen-

(BERGER, Fragmente des Eratosthenes, Leipzig 1880, S. 80), und daß er andererseits den Erdumfang zu ca. 250000 Stadien ermittelte, woraus sich der Erdradius r zu rund 4000 Stadien ergibt, so daß $r:h = 400$ ist, während nach ARASTULUS sein soll $r:h = 580$. Spätere Griechen wie KLEOMEDES haben größere Höhen gefunden (vgl. hierzu z. Bsp., FORBIGER, Handbuch der alten Geographie, 2. Aufl. Bd. 1 S. 559. Hamburg 1877).



stand auf der Erdoberfläche, falls du auf einem Berggipfel oder einem hohen Ort bist oder bei dem Boden elnes Brunnens, wenn du selbst auf der Erdoberfläche stehst.

Eine Bestimmung nach der eben geschilderten Methode hat AL BÊRÛNÎ wirklich ausgeführt. Er teilt sie in seinem großen astronomischen Werk AL QANÛN AL MASᶜÛDÎ [2]) mit. Er hat, da er keinen Gehilfen hatte, um nach der direkten Methode den Erdumfang zu bestimmen, in Indien die Höhe eines Berges, der über dem Meer emporragte, bestimmt, und zwar zu 652 $^{1}/_{20}$ Ellen. Dann hat er den Winkel zwischen der Sehlinie nach dem Horizont und der Horizontalen selbst auf dem Gipfel gemessen. Er fand ihn zu 34 Minuten. Hieraus berechnet er den Erdradius und die Länge des Grades auf der Erde zu 58 Meilen. [3])

---

1) Vgl. hierzu S. GÜNTHER, Das gläserlose Sehrohr im Altertum und Mittelalter (N. F.) Bd. 8, S. 15 1894.

2) Zu diesem großen Werk und der Wertschätzung desselben vgl. E. W., Beiträge V, S. 443. Über den masᶜûdischen Kanon wird nächstens eine Arbeit von ZIA UDDÎN AḤMED erscheinen, vgl. H. SUTER, Bibl. math., Bd. 8 S. 29.

3) Die Stelle ist in französischer Übersetzung mitgeteilt von MAHMOUD BEY, Le Système métrique actuel d'Egypte. Les nilomètres anciens et modernes. Journ. asiat (7) Bd. 1 S. 67, 1873.

Die Bestimmungen sind von NALLINO im Il grado metrico besprochen.

Mehrfach ist die Frage behandelt worden, wie weit der Blick eines Beobachters reicht, mit Rücksicht auf die Krümmung der Erdoberfläche (vgl. z. Bsp. AL BÊRÛNÎ, India, Text-S. 137; Übersetzung Bd. 1 S. 73 und Anmerkung Bd. 2 S. 333). Eine ähnliche Aufgabe in erweiterter Form findet sich im Cod. 1043 des India Office behandelt.



Geschichte der Goldgewinnung in Alaska.[1]

Von HUGO ERDMANN.

Entsprechend seiner dicht an Asien grenzenden Lage ist Alaska zuerst von der alten Welt aus erreicht und bis zu einem gewissen Grade erforscht worden. Gegen das Ende des sechzehnten Jahrhunderts kamen die russischen Pelzhändler über den Ural durch das nördliche Asien hindurch und setzten sich an den Küsten der Beringsee fest. Im folgenden Jahrhundert sind alle Bestrebungen, welche die Russen und gelegentlich auch andere Nationen nach diesem fernen Nordlande führten, von dem Interesse an den wertvollen Pelzbeständen Alaskas diktiert worden. Allmählich bilden sich Gesellschaften zur Ausbeutung dieser Schätze, welche Monopole für möglichst ausgedehnte Gebiete erstreben. So bleibt bis in die zweite Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts hinein die Jagd nach kostbarem Pelzwerk der wichtigste Beweggrund für alle Expeditionen; doch treten nun auch daneben hier und da andere Motive auf. Zu Beginn des Jahres 1725 verstanden es einige Gelehrte, die Aufmerksamkeit PETERS DES GROSSEN auf eine genauere Erforschung des Zusammenhanges von Asien und Amerika zu lenken. Der geniale Herrscher nahm die Idee mit dem ihm eigenen Eifer auf und obwohl er einige Tage darauf starb, kam der Plan unter der Ägide KATHARINAS zur Ausführung. Die Kaiserin ernannte den Kapitän VITUS BERING zum Leiter der Untersuchung. BERING machte Ochotsk zum Ausgangspunkte seiner Expedition, während man früher meist von der Kolyma ausgegangen war und durch das sibirische Eismeer nach Osten vorzudringen versucht hatte. Charakteristisch für

1) Seit mehr als zwei Jahren bin ich mit umfangreichen Studien über Alaska beschäftigt, welche mich auf längere Zeit in jene für Europäer noch sehr schwer zugänglichen und selten besuchten Nordlandsdistrikte an der Grenze der alten und der neuen Welt geführt haben. Nachfolgende historische Skizze bildet nur einen Teil meines Gesamtwerkes, welches bereits vollendet vorliegt und noch vor Schluß des Jahres 1908 unter dem Titel „Alaska, ein Beitrag zur Geschichte nordischer Kolonisation" bei DIETRICH REIMER in Berlin erscheinen wird. Auf dieses mit vielen Karten, Skizzen und Illustrationen ausgestattete Hauptwerk muß wegen aller derjenigen Einzelheiten verwiesen werden, welche aus dem Rahmen einer speziell historischen Zeitschrift herausfallen würden und daher hier nicht berührt werden können.



die damaligen Verkehrsverhältnisse ist, daß BERING zwar schon Anfang Februar 1725 Petersburg verließ, aber erst Ende Juli 1727 mit seinen Leuten und seiner Ausrüstung Ochotsk erreichte. Im Jahre darauf fuhr er durch das Meer, welches seitdem seinen Namen trägt, in die ebenfalls nach ihm benannte Straße, umfuhr die Tschuktschen-Halbinsel und stellte somit fest, das Asien und Amerika nicht unmittelbar zusammenhängen. Im Laufe der nächsten Jahrzehnte wurden die Aleuten und die im Innern des Beringmeers gelegenen Inseln für Rußland gewonnen und schließlich auch an der Küste und an den großen Strömen des Nordlandes, namentlich an dem Unterlauf des gewaltigen Yukon Posten angelegt. Kämpfe entspannen sich am heftigsten im südöstlichen Schärenarchipel, wo die Interessen der häufig sehr rücksichtslos vorgehenden Pelzhändler mit denen einer nicht nur kriegerischen, sondern auch zum Teil blutdürstigen und hinterlistigen Ureinwohnerschaft hart zusammenstießen.

Weiter nördlich gab es wieder andere Differenzen. Hier war der berühmte Weltumsegler JAMES COOK im Jahre 1778 bis zum nördlichsten Teile des großen Ozeans, zum Golf von Alaska vorgedrungen und hatte den nach ihm benannten Fjord (Cook Inlet) entdeckt. Auf Grund dieser Entdeckungsreisen nahm England nicht nur das nach einem Begleiter von COOK benannte, viel weiter südlich gelegene Vancouver in Besitz, sondern machte auch Ansprüche auf das Nordland. Auch die französische, die spanische und portugiesische Regierung fingen an, sich für die eisfreien Häfen im Golf von Alaska zu interessieren und die dort angesiedelten Pelzhändler der verschiedenen Nationen gerieten nicht selten in offene Feindseligkeiten. Diese Umstände zwangen Rußland, von dem Lande offiziellen Besitz zu ergreifen. Dabei wurden der schon seit dem Jahre 1783 auf der dem Cookfjord vorgelagerten Insel Kadiak ansässigen Schelikoffgesellschaft im Laufe der Jahre immer weitergehende Befugnisse erteilt, so daß vom Anfange des neunzehnten Jahrhunderts bis zum Übergange der Kolonie in die Hände der nordamerikanischen Union die Geschichte Alaskas nichts anderes ist als die Geschichte dieser großen russischen Handelsgesellschaft, welche später den Namen Russisch-amerikanische Gesellschaft annahm. Der ursprüngliche Name der Gesellschaft, zugleich derjenige ihres Begründers GREGORY SCHELIKOFF, blieb verewigt, indem die große Meeresstraße, welche in Fortsetzung des Cookfjords die Kadiakinsel von der aleutischen Halbinsel trennt, noch heute Schelikoffstraße heißt. Der bedeutendste Leiter dieser Gesellschaft war ALEXANDER ANDREJEWITSCH BARANOFF, welcher von 1792 an 25 Jahre lang an der Spitze ihrer amerikanischen Unternehmungen stand. Dieser energische Mann schuf mit bewaffneter Hand nicht nur Ruhe in den Niederlassungen auf der Insel Kadiak und an der Yakutatbucht in



der Nähe des Eliasberges, sondern er führte auch die griechisch-katholische Mission, die bis zum heutigen Tage gute Erfolge erzielt hat, bei den Eingeborenen ein und machte die ersten Versuche mit Acker- und Gartenbau, für den Alaska namentlich in seinen günstig gelegenen subpolaren Gebieten bei richtiger Behandlung des Landes ein ganz überraschend günstiges Feld darbietet. Mit der Baranoffinsel an der südöstlichen Schärenküste ist das Schaffen dieses hervorragenden Mannes ebenfalls nicht nur durch den Namen verknüpft. Die kriegerischen Eingeborenen dieser Insel, die Thlincats, duldeten nicht, wie die Aleutenstämme, eine friedliche Einwanderung der Russen, ja sie zerstörten im Jahre 1802 deren befestigte Niederlassung (Fort Archangel) mit Gewalt. Nur wenige Russen blieben am Leben und auch diese nur durch das Eingreifen der Mannschaft eines gerade zur rechten Zeit eintreffenden englischen Schiffes. Im Jahre 1804 setzte sich daher BARANOFF in der alten Indianerburg Sitka fest und machte diese in herrlicher Umgebung belegene Stadt zum Sitze der kolonialen Verwaltung, was sie trotz des Regierungswechsel bis zum heutigen Tage geblieben ist. In die Zeit BARANOFFS fällt auch die denkwürdige Forschungsreise, welche der Seefahrer OTTO v. KOTZEBUE, ein Sohn des bekannten Schriftstellers, in den Jahren 1816 und 1817 ausgeführt hat. In seiner Begleitung befanden sich die deutschen Naturforscher ADALBERT v. CHAMISSO und ESCHSCHOLTZ. Diese Forschungsreise bereicherte namentlich unsere Kenntnisse über die große Bucht des Eismeeres, welche nördlich von der Beringstraße weit nach Osten in das Festland Alaskas einschneidet. Die Bezeichnungen „Kotzebuesund", „Chamissoinsel" und „Eschscholtzbai" geben von diesen Entdeckungen Kunde. Da die Expedition von dem russischen Reichskanzler ROMANZOFF subventioniert wurde, stellte die russisch-amerikanische Kompagnie von Kadiak aus die ganze Ausrüstung zur Verfügung, die in Unalaschka an Bord genommen wurde. Die Insel Unalaschka bietet auch heute noch einen der wichtigsten Häfen der Aleuten und wird in der Regel von den Ozeandampfern passiert, welche die direkte Verbindung von Seattle mit Nome herstellen. Im zweiten Bande seiner Werke[1]) hat CHAMISSO in fesselnder Weise über diese Forschungsreise berichtet.

In den sechziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts treten wieder einmal große allgemeine Weltinteressen bestimmend in die Geschichte Alaskas ein. „Zur Erforschung einer nordöstlichen Durchfahrt" hatte OTTO v. KOTZEBUE fünfzig Jahre früher seine Entdeckungsreise unternommen; er hatte das geplant, was erst neunzig Jahre später, gerade während meiner Anwesenheit in Alaska, AMUNDSEN an der anderen

1) CHAMISSO, Reise um die Welt, S. 81—192 und 424—455.

Peripheriehälfte des nördlichen Eismeeres durchführte, ohne freilich mehr daran zu glauben, daß eine Handelsflotte der Zukunft seinen Spuren folgen würde.[1]) Bereits in den sechziger Jahren war man bescheidener geworden: nicht der Kiel, wohl aber der Draht sollte Europa mit Amerika verbinden, und zwar auf dem Landwege über das Tschuktschengebiet und die ihm in Alaska gegenüberliegende Halbinsel (die jetzige Sewardhalbinsel). Dieser Plan der Western Union Telegraphengesellschaft mußte freilich als ein sehr verwegener erscheinen. Nicht die 90 km breite Beringstraße bildete diesmal ein unüberwindliches Hindernis: war doch schon im Herbst 1857 das erste Tiefseekabel zwischen Bone in Algier und Cagliari auf Sardinien gelegt worden.[2]) Aber die Durchquerung so gewaltiger unbekannter Inlandstrecken, wie sie namentlich das Innere Alaskas damals darboten, konnte als ein fast zu kühnes Unterfangen bezeichnet werden. Es kann uns daher nicht wundernehmen, wenn die Telegraphengesellschaft diesen Plan später wieder fallen ließ. Das Verdienst bleibt ihr, zur Vorbereitung ihres Projekts eine wissenschaftliche Expedition ausgerüstet und hervorragend tüchtige Leute in dieses Expeditionskorps berufen zu haben. Der erste Leiter, ROBERT KENNICOTT, starb freilich schon im Jahre 1866 in Nulato am unteren Yukon an den Folgen der gewaltigen Unbilden und Entbehrungen, die dieses Nordland allen auferlegt hat, welche seine Durchforschung wesentlich zu fördern berufen waren. Aber sein hervorragender Mitarbeiter und Nachfolger WILLIAM H. DALL hat in jahrzehntelanger zäher und emsiger Arbeit das Werk fortgesetzt. Nach den Erfolgen des atlantischen Kabels, welche der Western Union Gesellschaft plötzlich ganz andere Wege wiesen, nahm die Aufgabe des Überlandtelegraphen der Expedition des tapferen amerikanischen Forschers ein jähes Ende, doch sollte der Mut, mit welchem er sich trotzdem in Alaska zu bleiben entschloß, bald in überraschender Weise belohnt werden. Die Verhandlungen über den Telegraphenbau hatten nämlich bei der Regierung der nordamerikanischen Union den Wunsch rege gemacht, die Polarkolonie vom Zaren käuflich zu erwerben, und schon im Jahre 1867 ging das Territorium Russisch-Amerika, wie Alaska damals hieß, gegen Zahlung einer Summe von dreißig Millionen Mark in die Hände der Vereinigten Staaten über.

Seitdem hat WILLIAM H. DALL mit um so größerem Eifer und mit vermehrten Mitteln seine Forschungen fortgesetzt, deren Ergebnisse schon im Jahre 1870 zu dem umfangreichen Bande „Alaska and its resources" zusammengefaßt werden konnten. Dieses Buch bildet noch heute das Standardwerk über Alaska. Außer diesem Werke und den späteren er-

1) ROALD AMUNDSEN, „Meine Polarfahrt mit der Gjöa 1903—1907", München 1908.
2) WERNER V. SIEMENS, Lebenserinnerungen (5. Aufl., Berlin 1897), 123.



gänzenden Mitteilungen DALLS ist namentlich in den letzten Jahren eine wahre Flut von meist minderwertiger Alaskalitteratur erschienen. Von hervorragendem wissenschaftlichem Werte sind die Publikationen der geologischen Reichsanstalt in Washington, welche im Jahre 1898 eine besondere Alaskaabteilung gegründet hat.

Die nordamerikanische Union hat mit ihrer Kolonialpolitik ganz ähnliche Erfahrungen machen müssen, wie unsere deutsche Regierung. Die zahlreichen und oft sehr heftigen Angriffe gegen das Vorgehen der Regierung hatten größtenteils ihren Grund in einer ungenügenden Information über die örtlichen Verhältnisse, über den Wert und die Aussichten ihrer Kolonie, und dieses mangelhafte Verständnis machte sich besonders unangenehm in parlamentarischen Kreisen bemerkbar. Zur Abhilfe dieses Mißstandes wurde derselbe Weg eingeschlagen, den man in den letzten Jahren auch bei uns betreten hat: der Weg persönlicher Information an Ort und Stelle. Der Senat bildete ein Kolonialkomitee (Committee on Territories), und im Sommer 1903 besuchte eine Anzahl von Senatsmitgliedern als erwählte Spezialkommission den Yukon und eine Reihe von Küstenplätzen. Die Erlebnisse dieser Herren sind von JOHN SCUDDER McLAIN in seinem Buche „Alaska and the Klondike“ erzählt.

Südalaska und die primären Lagerstätten.

Mögen wir unsere Blicke nach Kalifornien richten oder nach Kolorado, nach Kotschgar im Ural, nach Hokkaido oder nach den australischen Wäschereien: überall wird der einsichtige Unternehmer die Arbeit an den Stellen beginnen, wo die Natur die Gebirgsmassen bereits zertrümmert und die Gerölle bis zu einem gewissen Grade nach dem spezifischen Gewichte gesondert hat. Hier ist die Hauptarbeit bereits getan; die oft mikroskopisch winzigen Flitterchen des edlen Metalls sind zu größeren Kügelchen oder Klümpchen zusammengeschweißt, deren Reingewinnung nun weit weniger mühevoll und kostspielig ist. In den jahrhundertelang vom Wasser durchgearbeiteten Kiesen finden sich nicht nur hier und da jene größeren Goldklumpen, welche die Abenteuerlust so stark anreizen und, wenn sie dem Einschmelzen entgehen, die besondere Zierde einer geologischen Sammlung bilden. Hier ist auch die Stätte jener mitunter quadratkilometerweit ausgedehnten Goldsandschichten mit konstantem Edelmetallgehalt, deren Nutzwert sich mit viel größerer Sicherheit vorausbestimmen läßt als derjenige von Quarzadern, welche, abgesehen von den hohen und oft schwankenden Abbaukosten, durch Unregelmäßigkeiten in der Goldführung, durch Ausgehen oder durch Verwerfungen nicht selten jede Berechnung zunichte machen. Erst wenn die sekundären Lagerstätten ihrer Erschöpfung entgegengehen, erst wenn diese sichere



Arbeit reichen Gewinn abgeworfen hat, erst dann darf sich der Unternehmer, gestützt auf die mittlerweile besser entwickelten Verkehrsmittel, an die Bearbeitung auch der primären Lager heranwagen. Und doch sind, wenn nicht mit größter Vorsicht und Einsicht vorgegangen wird, die Fälle nicht selten, daß ihm dabei der Gewinn wieder zerrinnt, den er aus den sekundären Lagern geschöpft hatte.

Besonders lehrreich für die Überlegenheit der Arbeit an sekundären Lagerstätten sind die Verhältnisse in Alaska und in dem anstoßenden kanadischen Yukongebiet. Dieses große Goldland befindet sich noch in seinem Jugendstadium: von fast einer Milliarde Mark Goldausbeute, die das ganze Land in den 10—12 Jahren ernsthafter Minentätigkeit bereits geliefert hat, fällt nicht viel mehr als ein Zwanzigstel auf primäres Gestein. Das Land ist von einer Erschöpfung noch so weit entfernt, daß es sich den Luxus einer bergmännischen Förderung von Goldquarz nur an einzelnen Stellen gönnen kann, welche durch ihre natürliche Lage und ihre sozialen Verhältnisse besonders für diesen Zweck begünstigt erscheinen. Ein solcher außergewöhnlich günstiger Punkt findet sich in Südalaska am Gastineau-Kanal. Dort hat seinerzeit ein Goldsucher namens JOSEF JUNEAU das Vertrauen der Eingeborenen gewonnen und von ihnen erfahren, woher sie das Gold für ihre Zierrate gewannen. Sie forderten von dem Fremden als Gewähr für seine Verschwiegenheit, daß er unter erschwertem Ritual ihr Stammesgenosse würde und er entkam nur unter großen Schwierigkeiten. Nach ihm trägt die Stadt Juneau ihren Namen, welche etwa 2000 Einwohner zählt und gegenwärtig trotz dieser geringen Bevölkerung eigentlich die Hauptstadt Alaskas genannt werden kann, da alle Ämter der Kolonialregierung von Sitka hierher verlegt worden sind und nur der Gouverneur selbst noch seinen Wohnsitz auf der Baranoffinsel hat. Die Stadt Juneau liegt auf dem Festlande und dahinter das einst geheimnisvolle Silberbogenbecken, aus welchem die Indianer ihre Reichtümer holten. Jetzt hat dieses kleine, schnell erschöpfte Goldlager seine Bedeutung verloren. Blicken wir dagegen vom Juneauberge über den Gastineau-Kanal, an dem sich uns so recht die typische Topographie der Küste Südalaskas entfaltet, auf die Insel, so sehen wir hinter dem Orte Douglas ein bedeutendes modernes Werk, welches fast 1200 Arbeiter beschäftigt. Im Jahre 1881 mußte JOHN TREADWELL, ein Baumeister aus San Franzisko, wenngleich widerwillig, dieses Schürfgebiet übernehmen, da der Besitzer ihm 600 Mark schuldete und nicht zahlen konnte. Aus diesem kläglichen Anfange hat sich eine der größten Goldquarzminen der Welt entwickelt, zugleich die einzige Stätte in ganz Alaska, an welcher mit bedeutendem Erfolge Gold aus primärer Lagerstätte gewonnen wird.

Dawson und das Klondikegebiet im Kanadischen Yukonterritorium.

Die Entdeckung der Reichtümer des Klondikeflusses knüpft sich an die Namen Robert Henderson und Georg Carmack. Henderson wanderte im Sommer 1896 im dem Tal des Klondike aufwärts, ging aber an dem ersten Nebenfluß, dem Bonanza, in dessen Tal seiner großen Wichtigkeit wegen jetzt sogar eine Minenbahn aufwärts geht, vorbei und legte erst an dem zweiten Nebenfluß, dem Hunker, im Juli 1896 eine Goldwäsche an. Zunächst mit mäßigem Erfolge, da der Verlauf des „weißen Kanals" damals natürlich noch nicht bekannt war[1]) und die von ihm an dem jetzigen Flußufer verwaschenen Sande nur verhältnismäßig geringe, an tertiäre Lagerstätte verschleppte Goldmengen enthielten. Georg Carmack besuchte dagegen, ob im Auftrage von Henderson, oder aus freiem Antriebe, ist strittig, den jetzt unter dem Namen Bonanza bekannten Nebenfluß und erzielte dort am 16. August 1896 ein bis dahin unerhört günstiges Ergebnis. Die Untersuchung der Goldsande und ebenso die Aufarbeitung kleiner reicher Goldsandpartien geschieht allgemein mit der „Pfanne", einer Blechschüssel mit konischer Seitenwand, ungefähr von Form und Größe einer gewöhnlichen Waschschüssel. Eine solche Pfanne voll Bonanzakies lieferte nun dem Carmack beim Auswaschen einen Goldrückstand im Werte von mehr als 50 Mark und dieses Ergebnis war die Ursache einer wahren Völkerwanderung. In wenigen Tagen nach der Meldung dieser Funde war Fortymile der älteren Goldkolonie der Unionsgrenze fast menschenleer, weil sich alles auf dem Wege nach dem Klondike befand, und im Frühjahr 1897 begann dann jener ausländische Zuzug, welcher gegen 80000 Menschen in das Gebiet des oberen Yukon geführt und eine Minenregion von rund 3000 Quadratkilometern der Bearbeitung erschlossen hat. Das in dieser Zeit im Klondikegebiet gewonnene Gold können wir auf eine halbe Milliarde schätzen. Etwa ebensoviel dürfte dieser verhältnismäßig kleine und weit abgebaute Bezirk nach meinen Berechnungen noch in Zukunft liefern.

Der Distrikt von Fairbanks im Zentrum von Alaska.

Die Entwicklung des Fairbanksdistrikts, dessen Bearbeitung erst im Jahre 1904 in Angriff genommen wurde, hat sich durch den Zustrom vermögender Kolonisten erstaunlich schnell entwickelt. Auch ein Brandunglück, das am 22. Mai 1906 die Stadt zerstörte, hat diese Entwicklung keineswegs aufhalten können: im Jahre 1906 erreichte vielmehr die Produktion des Fairbanksdistrikts die Höhe von 38 Millionen Mark jähr-

1) Bezüglich der geologisch so überaus interessanten Theorie der Weißkanalkiese des Klondikebeckens muß ich auf mein Hauptwerk über Alaska verweisen.

lich und stellte damit die Entwicklung aller anderen Goldfelder im Yukongebiet in den Schatten, trotzdem auch die kleineren nicht zum Tananagebiete gehörigen Schürfdistrikte alle in demselben Jahre Fortschritte gemacht haben, so z. B. die Goldfelder von Rampart.

Im Sommer 1906 waren gegen 6000 Menschen im Fairbanksdistrikt tätig, von denen freilich ein erheblicher Teil im Herbst die Gegend verlassen haben mag, um den Winter im Süden zuzubringen und erst nach Wiederbeginn der Schiffahrt zurückzukehren. BROOKS[1]) gibt sogar an, daß mehr als die Hälfte der Bevölkerung des Fairbanksdistrikts mit dem Herbst 1906 wieder fortgegangen sei. Da ich aber selbst mit einem der letzten Schiffe die Tananaregion verließ und sie noch recht stark bevölkert fand, so steht jedenfalls soviel fest, daß auch im Winter 1906/07 Tausende von Menschen in diesen Goldfeldern tätig gewesen sind. Im Winter ruhen ja alle Arbeiten am Tagebau, die Baggerarbeiten und die Arbeiten mit den Dampfschaufeln sowie das Goldwaschen selbst, dagegen ist die Frostzeit sehr geeignet für die Arbeit des Prospektors, d. h. für die Feststellung des Goldreichtums der noch nicht genügend bekannten Kieslager und Payschichten.

Das Küstengebiet von Nome am Beringmeer.

Wenn man von einem ziemlich unbedeutenden Funde bei Sinook, zirka 40 km westlich von Nome, absieht, ist die Entdeckung der dortigen Goldfelder am Anvilbach in nächster Nähe der Stadt gemacht worden. Nachdem H. L. BLAKE in den Jahren 1896 bis 1898 an verschiedenen Stellen der Sewardhalbinsel auf Gold geschürft hatte, ohne dauernde Gewinnungsstätten zu schaffen, erwarben ERICH C. LINDBLOM, J. BRINTERSON und JAPHET LINDERBERG Konzessionen am Anvilbach und wiesen die Fruchtbarkeit dieses Gebietes nach. Vom Anvilbach stammen die größten Goldklumpen Alaskas im Gewichte von 3, $3^1/_2$ und $5^1/_2$ kg. LINDERBERG, der als Renntierhirt Alaska betreten hatte, wurde Millionär und Vorsitzender einer bedeutenden Minengesellschaft. Einen wesentlichen Wendepunkt in der Geschichte von Nome bedeuten dann die im Jahre 1904 gemachten Entdeckungen von J. C. BROWN am Kleinbach.

Eine einzige Pfanne voll Pay soll gelegentlich am Kleinbach über 700 Mark Gold geliefert haben. Aber nicht nur in dem hohen Goldgehalt, sondern auch in der Mächtigkeit des reichen Payvorkommens ist der Kleinbach, welcher während meiner Anwesenheit daselbst gerade in vollstem Betriebe stand, wohl kaum übertroffen. Ein Dutzend oder etwas

1) Report on progress of investigations of Mineral resources of Alaska 1906 (Washington 1907), S. 35.



mehr unscheinbarer Kieshaufen, das Ergebnis der Winterarbeit 1905/06 auf einem verhältnismäßig kleinen Gebiet, gaben beim Aufwaschen für zwei Millionen Mark Gold.

Die Goldgewinnung der Sewardhalbinsel begann im Jahre 1897 mit einer Produktion von wenig mehr als 60000 Mark Wert. Im folgenden Jahre erreichte sie noch kaum eine Drittelmillion, im dritten Jahre aber schon fast 12 Millionen Mark. Um die Wende des Jahrhunderts erreichte sie den Betrag von 20 Millionen jährlich, um sich mit ganz geringen Schwankungen sechs Jahre lang auf dieser Höhe zu erhalten. Erst die Erfolge des Jahres 1906 gaben den Produktionsverhältnissen wieder eine neue Wendung. Nahezu 32 Millionen Jahresausbeute wurden erreicht. In kaum 10 Jahren hatte die junge Industrie auf der Sewardhalbinsel ein Gesamtergebnis erzielt, welches dasjenige eines Vierteljahrhunderts der Minentätigkeit Südalaskas im primären Gestein (Seite 75) bereits in den Schatten stellte.

Die Zukunft Alaskas.

Nur das Gebiet des Klondike im Kanadischen Yukonterritorium ist etwa zur Hälfte abgebaut. Die Schürfstätten des Uniongebietes befinden sich noch im Jugendstadium und sind sogar zum großen Teil kaum erst in Angriff genommen. Eine auch nur einigermaßen genaue Schätzung der zukünftigen Ergebnisse ist daher noch durchaus nicht angängig, obwohl sekundäre Goldlagerstätten, wenn nur eine genügende Anzahl von Bohraufschlüssen schon vorliegen, sich mit größerer Sicherheit berechnen lassen, als dies bei goldführenden Quarzgängen in der Regel der Fall ist. Es ist aber gar nicht ausgeschlossen, daß sich Alaska noch einmal zu dem größten Goldlande der Erde auswächst.

SCHMEISSER hat z. B. berechnet, daß die Ausbeutung der im Jahre 1888 in Angriff genommenen Transvaalgoldlager 40 Jahre in Anspruch nehmen und dabei eine gesamte Ausbeute von 4 bis 7 Milliarden Mark liefern werde[1]).

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die größtenteils erst um die Wende des Jahrhunderts ernstlich in Angriff genommenen Goldlager Alaskas ebenso lange Zeit, also bis etwa zum Jahre 1940 vorhalten werden. Da sie nun im ersten Jahrzehnt etwa eine Milliarde geliefert haben, so würden sie in den weiteren 30 Jahren mindesten noch 3 Milliarden, oder bei Fortdauer der bisher beobachteten Produktionssteigerung auch leicht das Doppelte liefern. Damit wäre aber schon die voraussichtliche Gesamtleistung des seither größten Goldlandes erreicht.

1) SCHMEISSER, Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der südafrikanischen Republik. Berlin 1894, DIETRICH REIMER, S. 150.



Die Bedeutung der von Berzelius und von Liebig geübten Kritik für die Entwicklung der Chemie.

E. v. Meyer, Dresden.

Unsere Zeit ist leider arm an Männern, welche einem Berzelius, Liebig, Kolbe ähnlich Kritik üben an Erscheinungen und Vorkommnissen, die etzt ohne Prüfung angenommen werden und oft der Wissenschaft schaden. Dieser Mangel lenkt den Blick rückwärts zu jenen Männern, die mit eindringlicher Kritik, oft mit wuchtiger Kraft Schäden und Auswüchse bekämpft haben.

Versetzen wir uns in die Zeit vor 90 Jahren (1818)! Berzelius, Davy, Gay Lussac, alle drei gleichaltrig, waren die am höchsten ragenden Forscher, unter ihnen Berzelius der führende Meister. Seine strenge Selbstkritik, die er bei den Atomgewichtsbestimmungen, sowie bei seinen Arbeiten im Gebiete der mineralogischen und organischen Chemie geübt hatte, berechtigten ihn, die Leistungen anderer von hohem Standpunkte zu beurteilen. Sein großes Lehrbuch der Chemie, die seit 1821 begonnenen, bis zu seinem Tode fortgeführten Jahresberichte, seine Abhandlungen sind der Schauplatz einer großartigen kritischen Tätigkeit. — Kein anderer konnte, wie er, den Wert oder Unwert von Atomgewichtsbestimmungen erkennen. Seine sachliche Kritik an den von Prout zugunsten der Hypothese, Wasserstoff sei die Urmaterie, angenommenen Werten ist ein treffliches Beispiel dafür. Der englische Chemiker Thomson hatte, dieser Annahme folgend, abgerundete, ganzzahlige Atomgewichte vorgeschlagen; die scharfe Beurteilung dieses willkürlichen Vorgehens durch Berzelius hatte die wichtige Folge, daß solchen phantastischen Spekulationen der Boden entzogen wurde, und daß die wichtigsten Arbeiten am Fundament der Chemie, eben die Bestimmungen der Atomgewichte, exakt weitergefördert wurden. Wenn ihm selbst, dessen Zahlen fast ausnahmslos von be-

wunderungswürdiger Genauigkeit sind, ein Irrtum passierte, so war er der Kritik anderer — auch wenn sie wenig vornehm war, wie die Dumas — zugänglich, in seiner Antwort ruhig und sachlich.

Berzelius' elektrochemische Theorie und sein daraus abgeleitetes dualistisches System sind — trotz mancher Einseitigkeiten — in kritischer Hinsicht Meisterstücke. Man kann behaupten, daß in den zwei Jahrzehnten, in denen der Dualismus herrschte, die Entwickelung der Chemie sich in gesunden Bahnen vollzogen hat. Daß im Laufe der Zeiten, als sich Tatsachen häuften, die mit der dualistischen Auffassung nicht im Einklang zu bringen waren, diese selbst von treuen Anhängern Berzelius' bekämpft wurde, ist das Schicksal einer jeden Theorie.

Während hier das zähe Festhalten und der kritische Scharfsinn Berzelius' den Sieg der unitarischen Richtung nicht verhindern konnte, hatte der Meister im Gebiete der organischen Chemie durch seine genialen Versuche und seine gesunde Kritik den großen Erfolg, daß man die gleichen atomistischen Gesetzmäßigkeiten für organische, wie für unorganische Stoffe anerkannte. Dadurch hob er die organische Chemie aus dem früheren mystischen Dunkel heraus und verhalf ihr zu der führenden Stellung in den folgenden Zeiten.

Vielen, namentlich jüngeren Chemikern fehlt das liebevoll eindringende Verständnis von Berzelius' Wirken und Größe. Näher, als er, steht der neueren Generation Liebig durch seine vielseitigen Großtaten auf verschiedensten Gebieten. Wird von seinem kritischen Wirken gesprochen, so denkt man an den Polemiker, den Draufgänger. Einige Andeutungen müssen genügen, um zu zeigen, wie und mit welchem Erfolge er seine Mission, als Kritiker zu wirken, erfaßt und ausgeübt hat. Als Herausgeber der Annalen der Chemie hat er sich über die Pflichten eines Redakteurs, wie folgt, ausgesprochen (Ann. Chem. 10, 315):

„Was bei dem Einen als Kleinlichkeitssinn, als Liebe zum Streite, als Neid und Verkleinerungssucht ausgelegt werden könnte, ist bei dem Andern eine übernommene Pflicht, welcher nachzukommen die Ehre der Wissenschaft und das Vertrauen erheischr, das man in ihn gesetzt hat. Ich weiß nun nicht, wem diese Pflicht mehr obliegt, als den Redaktoren von Zeitschriften, die als Schildwachen ausgestellt sind, um das Gute, sowie die Fehler zu signalisieren."

Wenn Liebig oft seine schneidigsten Waffen gegen bestimmte Persönlichkeiten gerichtet hat, so lag die Ursache in seiner Wahrheitsliebe, die man beinahe als Fanatismus bezeichnen kann. Selbst lauter und wahrhaft, haßte er alles, was er für unwahr und unecht hielt, und bekämpfte es mit unerbittlicher Schärfe; die Phrase war ihm, wie Berzelius, zuwider. Diese ethische Auffassung lehrt sein gegen Laurent gerichteter Ausspruch



Ann. Chem. 58, 259: „Der erste und größte Ruhm eines Forschers besteht in seiner Wahrhaftigkeit und Gewissenhaftigkeit: gegen diese gehalten, verschwinden alle wissenschaftlichen Verdienste.“ Die tiefgehenden Wirkungen dieser, in seiner Kritik sich spiegelnden Geistesrichtung lassen sich oft schlagend nachweisen.

In vielen Fällen war es in der Tat sehr schwierig, die Person von der Sache zu trennen. Man denke sich folgende Lage: Dumas, einer der führenden französischen Chemiker, erscheint auf Grund sicherer Anzeichen als Plagiator von Liebigs neuen Ideen und Arbeiten über Pflanzenernährung. Schon früher hat Dumas gezeigt, daß sein wissenschaftliches Gewissen ganz und gar nicht feinfühlig ist. Nun bricht der Sturm los; Dumas wird höchst unsanft behandelt (Ann. Chem. 41, 351). Kann man dieses Vorgehen Liebig verdenken?

Oder wenn es galt, Berzelius zu verteidigen, als Dumas ihn in wenig vornehmer Weise angegriffen hatte! Diese Abwehr gehört zu dem Erhebendsten, was zu Ehren von Berzelius geschrieben ist. Die segensreiche Folge solcher Kritiken (zu denen die gegen Gerhardt, Laurent, Mitscherlich u. a. gehören) war die Hebung des literarischen Anstandes: überall, wo durch einzelne Personen bedauerliche Zustände der Wissenschaft veranlaßt wurden, schwang Liebig ohne Nachsicht die kritische Geißel.

Oft mußte er sich gegen den Vorwurf verwahren, er handle aus persönlichen Beweggründen. In seinem Aufsatze, Ann. Chem. 25, 339 flg. (1838): „Über den Zustand der Chemie in Österreich“ hatte er schonungslos den unleugbaren Mangel an geeigneten Lehrern der Chemie geschildert; um seiner Kritik wissenschaftlicher Schäden Nachdruck zu geben, mußte er einzelne charakterisieren, mußte er Namen von Männern nennen, die zum Unterricht von Medizinern, Pharmazeuten, Chemikern bestimmt, aber nicht befähigt waren. Die Folgen blieben nicht aus, da er in ein Wespennest gestochen hatte; die Betroffenen machten ihrem Verdrusse in Gegenschriften Luft. An höherer Stelle aber erkannte man einsichtsvoll das Zutreffende in Liebigs Kritik; unter ehrenvollsten Bedingungen suchte man ihn (1841) als Prof. d. Chemie für Wien zu gewinnen. Mit Erkenntnis der von ihm aufgedeckten Schäden war der erste Anfang zur Besserung gemacht, die in vollem Maße freilich viel später erst eintrat.

Daß es damals in Preußen nicht besser mit der Chemie stand, wie in Österreich, ja daß an keiner preußischen Universität Gelegenheit gegeben war, im Laboratorium Chemie zu studieren, legte Liebig rückhaltlos in seiner Abhandlung, Ann. Chem. 34, 97 (1840), dar: „Über den Zustand der Chemie in Preußen.“ Für den Tiefstand der Chemie machte er die Regierung und die in ihr tätigen Männer verantwortlich.





Seine Urteile über das verhängnisvolle Überwiegen der humanistischen Ausbildung, sowie über die sogenannte Naturphilosophie sind leider allzu begründet. Man lese z. B. seine Ausführungen auf S. 102:

„Die humanistischen Wissenschaften, die Sprachstudien haben bei uns von jeher das Übergewicht gehabt; sie sind es gewesen, welche einer ganzen Nation Hochmut und Eitelkeit auf Dinge eingeflößt haben, welche mit dem organischen Leben im Staate in keinem Zusammenhang stehen."

Dieser negativen Kritik steht wohltuend eine positive Wertung der Naturforschung, des naturwissenschaftlichen Unterrichtes gegenüber. Daß in Preußen fast nichts zur Hebung der exakten Wissenschaften, namentlich der Chemie, geschieht, welch' letztere die preußischen Staatsmänner „als eine in Regeln gebrachte Experimentierkunst, nicht als Naturforschung" betrachten, belegt er durch bestimmte Tatsachen. Nirgends sei Gelegenheit für Chemiker, Pharmazeuten, Mediziner, sich wissenschaftlich genügend auszubilden. Die Folgen solcher Mängel schildert er mit prophetischem Blicke, andererseits erkennt er scharfsinnig den Segen der kommenden „Schulen für Naturwissenschaft." Er schreibt S. 136:

„Aus unsern Schulen für Naturwissenschaft, mag man sie Gewerbe- oder Realschulen nennen, wird sich eine neue, eine kräftigere Generation entwickeln, kräftiger an Verstand und Geist, fähiger und empfänglicher für Alles, was wahrhaft groß und fruchtbringend ist."

Wie Fanfaren klingen seine von echtester Begeisterung getragenen Sätze.

Wenn auch LIEBIGS gewaltige Worte nicht sogleich in Preußen ihre Wirkung übten, so kam doch die Zeit, in der seine Forderungen als berechtigt anerkannt und erfüllt wurden; ja man versuchte (1864), den bitter Gehaßten nach Berlin zu ziehen. —

Als Beispiel dafür, wie eindrucksvoll LIEBIG an einer hochangesehenen Körperschaft Kritik zu üben verstand, möge seine auszugsweise abgedruckte Schilderung der französischen Akademie dienen, Ann. Chem. 47, 300 (1843):

„Der Sitzungssaal der französischen Akademie hat aufgehört, ein unbetretbares Heiligtum für die Neugierigen, Geschäftslosen und Unwissenden zu sein, er ist im Gegenteil jetzt ein Ort, wohin man sich Montags in Haufen begibt, um sich durch irgend eine ungeheuerliche Entdeckung in Staunen setzen zu lassen."

Nachdem LIEBIG das jetzige Treiben der französischen Chemiker mit der früheren stillen Arbeit der großen Forscher verglichen hat, sagt er weiter:

„Nie sind GAY LUSSAC, THENARD, DULONG, CHEVREUL und die andern leuchtenden Sterne diesen kleinlichen Gefühlen des Ringens nach dem Beifall der Laffen und Gaffer zugänglich gewesen, ihr Ehrgeiz (wenn man dem reinsten wissenschaftlichen Streben diesen Namen geben will) hatte

ein edleres höheres Ziel vor Augen, ihr Name ist fleckenlos in der Gegenwart und Zukunft geblieben."

Dem Feuergeiste und Wahrheitssinne Liebigs muß man zugute halten, daß er seine Kritiken persönlich färbt. Daß er sich nur der von ihm verfochtenen Sache wegen zu persönlichen Angriffen bestimmen läßt, dafür diene sein Verhalten zu Berzelius als Beleg. Zu ihm, dem Altmeister, blickte Liebig wie zu einem geliebten Vater auf; wie schön ist er für ihn eingetreten, wenn er angegriffen oder gar verunglimpft wurde! Aber es kamen Zeiten, in denen Liebig nicht mehr allem, was Berzelius dachte und niederschrieb, zustimmen konnte; er mußte sich gegen ihn wenden, als Berzelius sich dem Strom neuerer, wohl begründeter Anschauungen entgegenstemmte, und tat dies in seiner herrlichen Abhandlung Ann. Chem. 50, 295: „Berzelius und die Probabilitätstheorien." Mit schmerzlicher Empfindung schrieb er den Satz nieder:

„In den letzten Jahren, wo Berzelius aufhörte, experimentellen Anteil an der Lösung von Fragen der Zeit zu nehmen, wandte sich seine ganze Geisteskraft theoretischen Spekulationen zu; aber ungeschützt und nicht getragen durch eigene Anschauung fanden seine Ansichten keinen Widerhall oder Anklang in der Wissenschaft."

Was können wir aus solchen Rückblicken auf die kritische Tätigkeit von Forschern ersten Ranges lernen? Jetzt fehlen im Gebiete der Chemie und verwandter Wissenschaften, wie der physikalischen Chemie, leider Männer, die, auf höchster Warte stehend, sich berufen fühlen, unreife Versuche, Naturerscheinungen mittels willkürlicher Hypothesen zu deuten, mit kritischen Waffen zu bekämpfen. Man wolle daraus nicht folgern, daß die Wissenschaft überhaupt ohne Hypothesen fortschreiten solle oder könne. Die in dem Rufe nach einer an Hypothesen freien Forschung liegende Übertreibung und Selbsttäuschung ist offensichtlich. Die Vertreter solcher Richtung mögen erst beweisen, daß sie ohne Hypothesen ihr Ziel erreichen. Eine maßvolle und doch kräftige Kritik sollte z. B. da einsetzen, wo man, infolge der Überschätzung energetischer Vorstellungen, der Atomtheorie entraten zu können glaubt. — Besonders vermißt man gründliche Kritik da, wo Hypothese auf Hypothese aufgebaut wird, um Erscheinungen, wie man meint, zu erklären, statt sich mit ihrer genauen Beschreibung zu begnügen (man denke an das Radium-Gebiet, an die Elektronenlehre u. a. m.).

Möge bald ein Berzelius, ein Liebig erscheinen, um Gutes zu wirken und zu rechter Zeit an rechter Stelle dem Überschwange phantastischer Spekulationen Einhalt zu tun!



Kleinere Mitteilungen.

Ein Wort Hohenheims über die Wichtigkeit der Gewichtsbeobachtungen für den Chemiker.

Von Karl Sudhoff.

Größere Beachtung fast und bestimmt eine viel weitere Verbreitung als die Mehrzahl seiner ausschließlich medizinischen Werke haben die chemischen bezw. alchemistischen Schriften Hohenheims im 16. und 17. Jahrhundert gefunden. Gierig griffen die Goldmacher und Weisensteinsucher nach der „Aurora Philosophorum" der „Tinctura Physirorum" der „Apocalypsis Hermetis", der „Quinta Essentia", den „Mercuriis Metallorum", den „Spiritibus Metallorum, dem „Lumen Naturae", der „Bereitung des gebenedeiten philosophischen Steines", dem „Büchlein belangend Lapidem an den Meister Augustin Sattler in Judenberg", dem „Manuale de Lapide philosophico", dem „Azoth" oder gar der „Apocalypsis Hermetis", die unter dem Namen des großen Wundermannes in die Welt gegangen waren, vor dem die Natur auch ihre letzten Schleier zurückgeschlagen haben sollte — aber keines von allen diesen „Werken" ist echtes Geistesgut Hohenheims; sie sind alle feinere oder völlig plumpe Unterschiebungen, die auch von einem weiteren Standpunkte des Historikers der Chemie kaum eine mehr als symptomatische Beachtung verdienen.

Selbst die beiden „Manualia", die angeblichen „Wanderbücher" des jungen Adepten, in welche er sich seine Beobachtungen, Erfahrungen und ihm gewordenen Belehrungen und geheimen Kenntnisse in chemischer



Technik sollte aufgezeichnet haben, sind mir in ihrer Authentizität überaus verdächtig geworden.

Neben dem bedeutenden vorbasilianischen Jugendwerk der „Archidoxen", in dem er uns tief in sein Herz sehen läßt und viele seiner Pläne und Ziele uns enthüllt, in dem er aber auch sehr energisch sein wissenschaftliches Lebensprogramm aufstellt:

> „wir haben uns nicht gewöhnt zu glauben, zu lernen, zu folgen dem, das nicht durch die Experienz und wahrhaftige Praktik mag bewähret werden",

neben diesem vielfach chemische Fragen behandelnden Jugendwerke sind von den chemischen Schriften vielleicht nur zwei als echt zu betrachten, zwei ganz kleine Traktate „De Cementis" und „De Gradationibus", die sich ziemlich nahe an die Archidoxen anschließen und wohl auch schon in den Jahren vor der Baseler Dozententätigkeit HOHENHEIMS geschrieben sind.

Auch in diesen kurzen chemischen Ausarbeitungen über Fragen der Praxis betont er es ganz besonders, er wolle

> „nit observieren den alten Modum, er wolle sich der Experinz nach halten und vergessen der Geschriebenen, in denen wir nit experiert sind."

Hier findet sich auch eine Stelle, die mir Beachtung zu verdienen scheint, bisher aber nicht gefunden hat.

Die definitive Einführung der Wage in die wissenschaftliche Chemie als einzig zuverlässigen Prüfsteines knüpft sich ja an den Namen des genialen Antoine Laurent LAVOISIER; sie war aber selbstverständlich auch schon von anderen in ihrem Werte erkannt worden. Daß es gerade PARACELSUS gewesen ist, der die Gewichtszunahme der Metalle bei ihrer Verkalkung (Oxydation) beim Zinn zuerst beobachtete, darauf habe ich als einen seiner Ruhmestitel als wissenschaftlicher Beobachter schon vor Jahren in meiner Arbeit über MICHAEL BAPST VON ROCHLITZ (im Neuen Archiv für Sächs. Geschichte und Altertumskunde, Bd. XI, 1890, S. 115) hingewiesen.

Er spricht sich über den Wert der Gewichtsbestimmungen und Gewichtskontrolle für den chemischen Beobachter und Untersucher, namentlich bei der damals vor allem geübten chemischen Bearbeitung der Metalle, also für die Metallchemie, aber auch in dem genannten Buche „De Cementis" besonders eindringlich in folgenden Worten aus:

> „Es ist zu merken, daß die höchste Erkenntnis Gradation auf Gold und alle Metalle ist in dem Pondus um vieler Ursachen willen. Denn das Pondus betrügt den Artisten [Chemiker] nicht, aber die



Nadel mag in viel Weg falsch erfunden werden und betrüglich."

Hier ist es also klar ausgesprochen, daß die Untersuchung mit der Wage wesentlich sicherere Ergebnisse liefert als etwa die Probier- oder Streichnadel,[1] die Strichprobe in der Metallprüfung.

---

1) Schon in der Nürnberger Polizeiverordnung des 14. Jahrhunderts werden die zu den „Streichsteinen" (Probiersteinen) gehörigen „Nodeln" erwähnt, ebenso in den Freiburger Zunftordnungen des 16. Jahrhunderts.

Chemisches aus dem „Papyrus Ebers."

Von
Prof. Dr. EDMUND O. VON LIPPMANN.

Der Papyrus medizinischen Inhaltes, den EBERS im Winter 1872/73 zu Luxor in Aegypten erwarb, und dessen prächtige, nicht weniger als 20 m lange und 30 cm hohe Rolle seither unter dem Namen „Papyrus Ebers" in der Leipziger Universitäts-Bibliothek aufbewahrt wird, gilt nach allgemeinem Urteile für eine der umfangreichsten, mit größter Vollendung ausgeführten und am besten erhaltenen sämtlicher bekannter Papyrus-Urkunden, und darf, da er zweifellos im 16. vorchristlichen Jahrhunderte niedergeschrieben ist, mit vollem Rechte Anspruch auf den Namen „Ältestes Buch über die Heilkunde" erheben, — wenigstens insolange, als aus der jedenfalls noch weit älteren (und primären) Keilschrift-Literatur nur vereinzelte und spärliche Fragmente veröffentlicht sind.

Die eingehenden Forschungen, deren Ergebnisse einer der genauesten Kenner der ägyptischen und vorderasiatischen Medizin des Altertumes, Dr. med. Felix Freiherr VON OEFELE zu Neuenahr, in PUSCHMANNS „Handbuch der Geschichte der Medizin"[1]), sowie im „Archiv für Geschichte der Medizin"[2]), niedergelegt, und durch die er frühere Anschauungen von EBERS, LEPSIUS, LIEBLEIN, und anderen hervorragenden Ägyptologen in wesentlichen Punkten berichtigt, ergänzt und vertieft hat, ergeben nachstehendes Bild über Wesen und Entstehung dieses wichtigen Dokumentes: Der Papyrus Ebers ist eine, nach bestimmtem aber nicht stets ganz durchsichtigem Plane angelegte Kompilation aus älteren, anscheinend namentlich den Tempelsanatorien Unterägyptens entstammenden Schriften; die Auszüge aus diesen wurden indes vielfach umgearbeitet und zurechtgerückt, auch sind ganze Abschnitte (z. B. die beiden letzten) der fertigen Zusammenstellung erst nachträglich angestückelt; der Schreiber arbeitete zwar kalligraphisch musterhaft, beging aber zahlreiche sachliche Fehler, und kopierte

1) Jena 1902; Bd. 1, S. 78ff.
2) Leipzig 1907; Bd. 1, S. 12.



oft nachlässig und flüchtig, so daß er u. a. eine Seite zwei Mal, und zwar mit zahlreichen Varianten, abschrieb [1]). Als Zeit der Niederschrift ist etwa 1550 v. Chr. anzusetzen, wie weit jedoch die zum Teil fraglos außerordentlich viel älteren Quellen zurückreichen, läßt sich bisher nicht sicher entscheiden (der Text selbst spricht von „alten, vom Lichte der Männer verfaßten Büchern", und berichtet u. a. von der Wiederauffindung solcher Werke zur Zeit eines Königs, der um 3700 v. Chr. regierte [2]).) An zahlreichen Stellen machen sich babylonische, ägäische, und hettitische Einflüsse bemerkbar, so daß es orientalische Heilkunde in ägyptischem Gewande ist, die uns der Papyrus bietet; bisher, und für absehbare Zukunft, bildet er jedenfalls die maßgebende Grundlage unserer Kenntnisse über die altägyptische Medizin.

Für den Chemiker sind natürlich in erster Linie die zahlreichen Heilmittel von Interesse, die sich in den nach Hunderten zählenden Rezepten des Papyrus Ebers erwähnt finden. Aber obwohl dieser, nach v. OEFELE [3]) „sehr viel genannte, doch wenig bekannte Papyrus" in einer deutschen, als „möglichst wortgetreu" bezeichneten Übersetzung vorliegt, die ein Mediziner von Fach, Dr. H. JOACHIM, unter Anleitung und Mitwirkung des berühmten Ägyptologen LIEBLEIN in Christiania herausgab [4]), hat sich dennoch, soweit mir erinnerlich, bisher kein deutscher Chemiker mit seinem Inhalte beschäftigt; ein Aufsatz BERTHELOTS hinwiederum, der unter dem Titel „Les médecins égyptiens" auch in dessen „Archéologie et Histoire des Sciences" abgedruckt steht [5]), ist recht oberflächlich; anscheinend hat sogar BERTHELOT nicht alle von ihm zitierten Quellen auch selbst eingesehen, denn eines der drei in seinem Literatur-Nachweise angeführten Werke, der „Commentaire cinal" von LÜRING, ist in Wirklichkeit eine Straßburger Dissertation von 1888, und heißt „Die über die medizinischen Kenntnisse der alten Ägypter berichtenden Papyri"; ihr Inhalt wird überdies von BERTHELOT nirgends direkt benützt.

Sowohl die Schriften von EBERS und LIEBLEIN, als auch u. a. BRUGSCHS „Ägyptologie" [6]), LORETS „L'Égypte au temps des Pharaons" [7]), und WOENIGS „Die Pflanzen im alten Ägypten" [8]), erwähnen übereinstimmend der „unsäglichen Schwierigkeiten, die schon eine richtige Lesung, und noch mehr eine richtige Deutung der vegetabilischen und mineralischen Medikamente des Papyrus Ebers bietet", und auch JOACHIM macht ausdrücklich

1) v. OEFELE, in den „Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften", Bd. 5, S. 354; diese Zeitschrift ist weiterhin „M. M. N." zitiert.
2) S. 62 und 185 der Übersetzung von JOACHIM; s. unten.
3) M. M. N., Bd. 6, S. 536. 4) Berlin 1890. 5) Paris 1906; S. 234.
6) Leipzig 1897; S. 395, 409. 7) Paris 1889. 8) Leipzig 1897; S. 392.

darauf aufmerksam, daß er (bezw. LIEBLEIN) in vielen Fällen nicht einmal den Versuch einer Übertragung wagen konnte, und in vielen anderen die gegebene Übersetzung durch Beifügung eines Fragezeichens als unsicher charakterisieren mußte. Aber auch die Hoffnung, daß nun wenigstens die restlichen Fälle keinen Anlaß zu Bedenken gäben, ist trügerisch, denn auf naturwissenschaftlichem Gebiete sind leider sowohl Philologen als auch Ärzte (sobald andere Zweige als die rein medizinischen in Betracht kommen) zumeist noch Laien, so daß auch die größte Gewissenhaftigkeit sie nicht davor schützt, dort Fehler zu begehen, wo sie deren Möglichkeit gar nicht ahnen; wenn also z. B. JOACHIM-LIEBLEIN von den „Spänen des Grünspans", von „Kupferkohle", vom „Granit des Anch-Metalles" sprechen[1], den Weidenbaum Beeren tragen lassen[2], oder den alten Ägyptern den Genuß von „Zuckerkuchen" zuschreiben[3], so darf man derlei Irrtümer nicht allzu scharf beurteilen, — man wird aber durch sie auch hinsichtlich mancher anderer Stellen zweifelhaft und ängstlich werden. Der Einwand, daß es unter solchen Umständen wohl überhaupt nicht ratsam erscheine, vom chemischen Standpunkte aus an ein Werk wie den Papyrus Ebers heranzutreten, liegt daher nahe; er darf jedoch, wie ich dies schon wiederholt bei analogen Anlässen hervorhob, zurückgewiesen werden, denn erfahrungsgemäß bringen gerade erst derartige Versuche die einschlägigen Fragen in Bewegung, veranlassen die eigentlichen Fachgelehrten, sich mit den auftauchenden Problemen zu beschäftigen, und führen so, an der Hand des dem Laien unbekannten und unzugänglichen Materials, ganz von selbst zur Berichtigung der begangenen Fehler; an solchen wird es natürlich nie mangeln, sie werden aber auch niemanden überraschen, der da bedenkt, daß die gelehrte Arbeit mehrerer Jahrhunderte noch bei weitem nicht hinreichte, um auch nur die sog. „naturhistorischen Realien" der griechischen und römischen Literatur aufzuklären, geschweige denn etwa die der arabischen oder indischen.

I. Mineralische Stoffe.

1. Das am längsten bekannte (weil am leichtesten gewinnbare) Metall scheint, wie in Vorderasien so auch in Ägypten, das Kupfer gewesen zu sein, das ursprünglich (schon im 5. Jahrtausende v. Chr.) die Gruben der Sinai-Halbinsel lieferten, später die Cyperns[4]; Inschriften, die der Regierung des Königs THUTMOSIS III. entstammen (1500 v. Chr.), erwähnen oft Kupfer

1) JOACHIM, S. 118, 190, 160. 2) ebd., S. 166.
3) ebd., S. 77, 115, 179. 4) BRUGSCH, a. a. O., S. 400.



in Ziegeln oder Barren [1]), und noch zur Zeit RHAMSES II. (1348—1281 v. Chr.) war Kupfer so kostbar, daß es neben Gold und Silber in den Schatzhäusern der Tempel aufbewahrt wurde und daß alle drei Metalle zur Bezahlung aus Arabien eingeführter Luxuswaren dienten [2]). Im Papyrus Ebers wird eines medizinischen kupfernen Instrumentes (ohne nähere Bezeichnung) nur einmal ausdrücklich gedacht [3]), außerdem ist einige Male die Rede von einem „Metallmann" genannten Stift zum Ausbrennen von Wunden oder Geschwüren, der vermutlich ebenfalls aus Kupfer, vielleicht aber auch aus Bronze bestand [4]). — Kupferhaltige Präparate (unverbürgter Einheitlichkeit und Reinheit, wie auch alle Übrigen), die der Darstellung von Heilmitteln zu äußerlichem und innerlichem Gebrauche dienen [5]), sind: Kupferschlacken; vom Kupfer Abgeriebenes, vermutlich identisch mit Kupferrost; Grünspan, einmal auch als „Grünspan von der Barke" bezeichnet [6]), was entweder irgendwie mit der Barke zusammenhängt, auf der THOT, der Ärztegott, oftmals abgebildet erscheint, oder ein Lese- oder Übersetzungs-Fehler ist; Kupfer-Grünspan; Kupfervitriol (äg. gesfen). Der Grünspan oder Kupfergrünspan kann indes zuweilen auch ein anderer Stoff gewesen sein, z. B. sog. Kupfergrün, d. i. eine erdige Abart des Malachits (äg. mafek), den nach LEPSIUS die Gruben des Sinai-Gebietes seit altersher in größeren Mengen lieferten [7]), und ebenso ist vielleicht unter Kupfervitriol ein anderes blaugefärbtes Kupfermineral zu verstehen oder mitzuverstehen.

2. Ein Stück Blei wird einmal zum Auflegen auf einen Wundschorf verordnet; dieses Metall war den Ägyptern ebenfalls schon in sehr früher Zeit wohlbekannt, immerhin rühmt sich aber noch RHAMSES III. (um 1200 v. Chr.), den Göttern u. a mehr als 100 000 Pfund Kupfer und 9000 Pfund Blei dargebracht zu haben [8]). — Von Bleipräparaten finden zu äußerlichen Zwecken, häufig aber auch zu innerlichen, Verwendung: Mennige, Bleivitriol, und Grüne Bleierde, in manchen Rezepten auch alle drei zusammen. [9]) Bleivitriol war im Altertum wohl überhaupt nicht, sicherlich aber nicht im alten Ägypten bekannt, wäre auch keinesfalls, wie dies

1) ebd., S. 384. 2) ebd. S. 334, 268, 253.

3) S. 191; Zahlen ohne besondere Angabe beziehen sich auf die JOACHIMsche Übersetzung.

4) Die Belegstellen sind hier und im folgenden nur in besonderen Fällen angegeben, da sie mittelst des ausführlichen deutschen und ägyptischen Registers bei JOACHIM leicht zu finden sind.

5) Innerlich besonders auch als Brechmittel (V. OEFELE bei PUSCHMANN, Bd. 1, S. 87).

6) S. 50.

7) „Die Metalle in den ägyptischen Inschriften" (Berlin 1872, S. 79ff).

8) BRUGSCH, S. 271. 9) z. B. S. 134.

JOACHIM tut[1]), mit dem „Sory" der griechischen Autoren zu identifizieren. Bekanntlich gibt es wenige Substanzen, die den Kommentatoren so vieles Kopfzerbrechen verursachten, wie das „Sory" und „Misy" des DIOSKORIDES, PLINIUS, GALENOS, und anderer antiker Schriftsteller; völlige Sicherheit besteht auch heute noch nicht, doch darf als wahrscheinlichste Erklärung gelten, daß Misy im wesentlichen ein kupferkieshaltiger Pyrit war, und Sory ein vornehmlich aus basischen Eisensulfaten bestehendes Gemenge von Produkten seiner allmählichen Zersetzung und Oxydation. „Sory" soll ein ägyptisches Wort sein, auch findet sich diese Substanz, wie noch DIOSKORIDES berichtet[2]), in Ägypten selbst vor; dagegen wurde „Misy" hauptsächlich aus Cypern bezogen[3]), und da diese Insel nach BRUGSCH[4]) ägyptisch Isy, nach LEPSIUS[5]) Mas hieß, so mögen Fachgelehrte entscheiden, ob zwischen diesen Namen und dem Worte Misy, das bisher für unerklärt gilt, ein Zusammenhang besteht, ob etwa, ähnlich wie (nicht unbestritten!) Cupressus und Cuprum, auch Misy = „Cyprisches" zu setzen ist?

Da die „Grüne Bleierde" eines der am häufigsten (in über fünfzig Rezepten) äußerlich und innerlich verordneten Heilmittel des Papyrus Ebers darstellt, dem chemischen Verständnisse aber ganz besondere Schwierigkeiten bietet, so habe ich dieserhalb bei Herrn Dr. VON OEFELE angefragt. Seiner freundlichen Antwort vom 10. April 1908, für die ich auch an dieser Stelle bestens danke, ist folgendes zu entnehmen: „Wo JOACHIM und LIEBLEIN ‚grüne Bleierde' schreiben, steht im Original nur ein Wort, dessen Konsonanten-Gerüst h-n-t-j lautet, und das weder Grün noch Bleierde bedeutet, sondern wörtlich ‚etwas zur vorderen Gesichtshälfte oder zur Nase in Beziehung Stehendes', etwas ‚Nasiges'; nach einer Angabe DÜMICHENS[6]) beschreibt ein die Einbalsamierung behandelnder Papyrus dieses Präparat als eine grüne Erdfarbe, weshalb vermutlich obengenannte Übersetzer die grüne Farbe, als die einzige gesicherte Eigenschaft der Substanz, hervorheben wollten." — Diese grüne Erdfarbe, deren v. OEFELE gedenkt, war offenbar das schon erwähnte „Kupfergrün", d. i. erdiger Malachit, der insofern zur Nase und zum Gesicht in Beziehung steht, als die Ägypter der ältesten Zeit sich grüne Streifen und Ringe um die Augen zu malen pflegten, — welche Sitte später für altväterisch und barbarisch galt[7]), und darauf zurückzuführen ist, daß Malachit, sowie andere Schminken aus Metallpräparaten, den Völkern, die die Küsten des roten Meeres be-

1) S. 7, 17 bis 20, u. s. f. 2) „Materia medica", lib. 5, cap. 118.
3) ebd. cap. 116. 4) BRUGSCH, S. 465. 5) a. a. O., S. 104.
6) Des berühmten Ägyptologen, dessen Schüler auch der eingangs genannte LÜRING war.
7) LORET, a. a. O., S. 195; STERN „Agyptische Kulturgeschichte", Leipzig 1896, S. 203.

wohnten, seit jeher zur präservativen Behandlung der dort endemischen Augen-Krankheiten (namentlich solcher der Bindehaut) dienten[1]); grüne Augenschminke enthalten nach ED. MEYER[2]) schon gewisse, mit Schnitzereien, Reliefbildern, und primitiven hieroglyphischen Schriftzeichen bedeckte Schminkgefäße aus dem fünften vorchristlichen Jahrtausende, auch führt solche ein sehr altes Ritualbuch an[3]); ferner stellte man die Göttin HATHOR mit grün bemaltem Antlitze dar[4]), vielleicht weil sie eine Lokalgöttin jener Sinai-Gegend war, die den Grünstein Mafek (= Malachit) lieferte[5]). — JOACHIM und LIEBLEIN identifizieren ihre „grüne Bleierde" auch mit den Chent-Körnern[6]) und dem Chent-Mörtel[7]), d. h. wohl mit einer körnigen oder breiigen Masse von „Chent", aus welchem Worte man vermutlich v. OEFELES „h-n-t-j" herauszulesen hat; auch ist ein Mal vom „Bodensatze der grünen Bleierde" die Rede[8]), was gleichfalls auf erdigen Malachit paßt, der durch Schlämmen gereinigt wurde, und endlich findet sich grüne Bleierde zusammen mit Lapis lazuli verordnet[9]), den die Listen der kostbaren „Metalle" stets gemeinsam mit Malachit aufzählen[10].

3. Eisen[11]) wird einmal als „Eisen aus der Stadt Qesi" (in Oberägypten) angeführt, und einmal als „art-pet" = „himmels-gemachtes", d. i. wohl Meteoreisen, dem alle Völker seines Ursprunges halber besondere Kräfte zuzuschreiben pflegen[12]); Eisen war im alten Ägypten schon während des vierten vorchristlichen Jahrtausendes bekannt, und stand um 1500 v. Chr. bereits sehr allgemein in Gebrauch, ohne indessen Bronze und Kupfer völlig zu verdrängen[13]). Ob der „schwarze Messerstein" des Papyrus Ebers als Eisen oder Eisenmineral anzusehen ist, bleibt dahingestellt; vielleicht handelt es sich um Obsidian, der noch lange nach Einführung der Metalle zu religiösen (und daher auch zu medizinischen) Zwecken in Anwendung blieb. — Hämatit (Blutstein, Roteisenstein) ist jedenfalls von EBERS richtig übersetzt[14]), und da sich dieses Mineral an verschiedenen leicht zugänglichen Orten (u. a. in großer Menge am Sinai) vorfindet, so braucht man nicht an BRUGSCHS Rötel der nördlichen Oasen zu denken[15]), und noch weniger mit JOACHIM und LIEBLEIN an Granit[16]); hauptsächlich wird auch die fragliche Substanz gegen Blutfluß, zur Heilung

1) v. OEFELE bei PUSCHMANN, Bd. 1, S. 63, 65, 76.
2) M. M. N., Bd. 7, S. 395. 3) BRUGSCH, S. 154. 4) ebd. S. 398.
5) ebd. S. 402. 6) S. 68, 139. 7) S. 189. 8) S. 82.
9) S. 95. 10) LEPSIUS, a. a. O. 11) S. 90, 168.

12) Man denke an den „schwarzen Stein" der Kaaba zu Mekka.

13) LEPSIUS, a. a. O.; s. meine „Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften", Leipzig 1906, S. 259.

14) S. 92. 15) BRUGSCH, S. 406. 16) S. 92, 115, 120, 158.

blutender Wunden, u. s. f., verschrieben, wobei aus Gründen der „Sympathie" der rote Hämatit sehr angebracht erscheint.

4. Zink und Zinn kommen im Papyrus Ebers nicht vor. Metallisches Zink war dem Altertum überhaupt unbekannt, zinkhaltige Erze wurden jedoch in Vorderasien schon frühzeitig medizinisch benützt, und die Galmei könnte daher ein von dorther eingeführtes Präparat sein, — vorausgesetzt daß die Übersetzung richtig ist; die Anwendung zu Augensalben u. dgl.[1]) spricht zugunsten dieser Annahme.

Zinn verwandte man in Ägypten schon gegen Ende der ältesten Periode zur Herstellung von Bronzegeräten, die allmählich, jedoch nicht völlig, die ursprünglich rein kupfernen verdrängten; in der Mehrzahl der Fälle (jedoch nicht ausnahmslos!) sind die Bronzen der frühesten Zeit noch sehr arm, die der späteren aber reicher an Zinn, das Metall scheint also anfangs noch selten und kostbar gewesen zu sein. RHAMSES III. (um 1200 v. Chr.) verkündigt in einer Inschrift, er habe den Göttern, neben den obenerwähnten 100000 Pfund Kupfer und 9000 Pfund Blei, auch 95 Pfund Zinn dargebracht und „aus den Tributen" nochmals 19000 Pfund Kupfer und 2130 Pfund Zinn[2]); unter den Gegenden, die als Bringer dieser Tribute aufgezählt werden, kann für das Zinn allein Vorderasien in Betracht kommen; daselbst sind in den Gebirgen Persiens einige Fundorte nachweisbar, die jedenfalls auch das Material zu dem aus dortigen Gräbern des zweiten vorchristlichen Jahrtausendes zutage geförderten Zinnschmuck geliefert haben, und derer noch in später Zeit STRABON gedenkt[3]). Die Einfuhr von Zinn durch die Phönizier über die westlichen Mittelmeer-Länder und aus England ist jedenfalls erst eine Folgeerscheinung, denn an den umständlichen und kostspieligen Bezug eines Produktes vom Ende der damals bekannten Welt her konnte man nicht früher denken, als die Art der Benützung und Verwertung längst sicher feststand und sich dringender Bedarf geltend machte. Eine hieroglyphische Bezeichnung für Zinn gibt es nach LEPSIUS nicht (vermutlich weil Zinn für eine Abart des Bleies galt, wie dies selbst noch in römischer Zeit der Gegensatz zwischen „plumbum album" und „plumbum nigrum" zeigt); erst in später hellenistischer Periode tritt der Name „Tran" auf[4]).

5. Antimon. Schwefelantimon oder „Stimmi" (Stibium) findet sich im Papyrus Ebers zwei Mal als solches erwähnt[5]) und bildet zweifellos auch einen wesentlichen Bestandteil der Augenschminken und Collyrien, die in etwa 40 Rezepten verordnet werden (zuweilen auch innerlich)[6]); einige Male ist von „männlichem" die Rede[7]), — was daran erinnert, daß

1) S. 89, 90, 94. 2) BRUGSCH, S. 271, 273.
3) „Erdbeschreibung", lib. 15, cap. 2, Absatz 10. 4) BRUGSCH, S. 398.
5) S. 84, 87. 6) 2. B. S. 19. 7) S. 87, 95.



noch bei PLINIUS zwei Sorten Stibium vorkommen, männliches und weibliches [1]) —, einige Male auch von „echtem“ [2]), womit es übereinstimmt, daß nach neueren Analysen die in Grabstätten u. s. f. vorgefundenen Reste nicht selten statt aus Schwefelantimon aus Schwefelblei bestanden, über dessen Herstellung oder Bezugsquelle nichts Näheres bekannt ist [3]). Der prophylaktischen Verwendung von Augenschminken bei den Völkern an den Küsten des roten Meeres ist schon oben gedacht worden; bereits um 2500 v. Chr. erwähnen Inschriften die Augenschminke Mestem (koptisch Stem = Stimmi) als aus dem Lande Pitsew (d. i. Arabien) kommend [4]), und ebendaher brachte man sie, wie alte Denkmäler bezeugen, zur Zeit der Königin HATSCHEPSU (um 1600 v. Chr.) [5]) sowie des Königs THUTMOSIS III. (um 1500 v. Chr.) [6]); ein sehr altes Ritualbuch des Ammondienstes erwähnt, neben Weihrauch, Weihwasser und köstlichen Salben, auch schwarzes Mestem [7]), und RHAMSES III. (um 1200 v. Chr.) widmete den Göttern u. a. auch ein Weihgeschenk von 50 Pfund Augenschminke [8]); ebenso enthalten die, noch jetzt in einigen Museen zu sehenden vierteiligen Toilettenkästchen vornehmer Damen des mittleren Reiches Büchsen mit der hieratischen Aufschrift: „Gutes Stimmi“ [9]), das damals in Säckchen oder Beuteln aus (oder über) Arabien und Ostafrika bezogen wurde [10]).

Einer Bemerkung zufolge, die sich in HOVORKA-KRONFELDS soeben erschienener „Vergleichender Volksmedizin“ vorfindet (Stuttgart 1909; Bd. 2, S. 140) soll nach v. OEFELE auch das Antimonpersulfid, der sog. Goldschwefel, von den alten Ägyptern benützt, und im Papyrus Ebers mit jenem Worte bezeichnet worden sein, das JOACHIM-LIEBLEIN mit „Bleivitriol“ übersetzten (s. oben); da aber eine Bekanntschaft des Altertumes mit dem Goldschwefel bisher wohl nicht nachgewiesen, und die fragliche Abhandlung v. OEFELES nicht näher bezeichnet ist, so mag die Richtigkeit jener Angabe vorerst dahingestellt bleiben.

6. Andere Metalle. Gold und Silber erwähnt der Papyrus Ebers bemerkenswerter Weise nicht, wohl aber Asem, das zuerst LEPSIUS als identisch mit dem „Elektros“ der Griechen erkannte [11]), d. i. eine, in älterer Zeit aus Ostafrika und über Arabien nach Ägypten eingeführte Gold-Silber-Legierung [12]), deren Benützung aber schon frühzeitig in den Hintergrund trat und bald fast ganz aufhörte. (Sie hatte ihren Grund vermutlich darin, daß ganz reines Gold seiner Weichheit wegen schlecht zu verarbeiten ist;

1) „Hist Nat.“, lib. 33, cap. 101. 2) S. 87, 89. 3) BRUGSCH, S. 405.
4) BRUGSCH, ebd. 5) WOENIG, a. a. O., S. 359. 6) BRUGSCH, S. 405.
7) ebd., S. 154. 8) ebd., S. 273. 9) ebd., S. 412.
10) ebd., S. 399, 389; s. auch LIEBLEIN „Handel und Schiffahrt auf dem roten Meere ...“, Christiania 1886; S. 29, 31, 35, 70.
11) a. a. O., S. 43 ff. 12) BRUGSCH, S. 399; LIEBLEIN „Handel“, S. 29, 31.

daher begegnen wir analogen Legierungen auch in anderen, ganz entlegenen Kulturkreisen, so z. B. nach HUMBOLDT im Mexikanischen, nach LABAT im Karaïbischen)[1].

Was das Anch-Metall[2]) und das Abennu-Metall[3]) gewesen sei, ist bisher unbekannt; da auch Schwefel als „Metall“ bezeichnet wird, so handelt es sich vielleicht gar nicht um wirkliche Metalle, sondern das Wort ist nur im Sinne von „gediegen“ oder von „mineralisch“ zu nehmen. Anch führt übrigens LIEBLEIN als einen Eigennamen an[4]).

7. Kohle. Verschiedene Rezepte enthalten als Bestandteile Kohle, Kohle der Mauern oder Maurer (?), Kohlenpulver aus verkohlten Pflanzen, und Ruß; Kohle dürfte auch der wesentliche Bestandteil der oft verordneten „Schwärze der Schreiber“ oder „Tinte“ gewesen sein, da man letztere aus feinst pulverisierter Holzkohle und Gummiwasser zu bereiten pflegte[5]). (Woraus die schön rote Tinte besteht, mit der verschiedene Stellen des Papyrus Ebers geschrieben sind, ist nicht untersucht).

8. Schwefel. Gepulverten Schwefels ist unter dem Namen „Hunnut-Metall“ nur ein Mal gedacht, und zwar als Bestandteiles einer Augenschminke[6]).

9. Kochsalz und Soda. Salz wird als Zubehör zahlreicher Rezepte aufgeführt, teils ohne weitere Bezeichnung, teils als Bergsalz (wohl Steinsalz), Seesalz, und Salz des Nordens; ebenso wird Natron, d. i. die natürlich vorkommende Soda, entweder nur unter diesem Namen verschrieben, oder als rotes Natron, als Natron des Nordens[7]), Natron des Südens[8]), Sa-Samen oder Sa-Korn Oberägyptens (d. i. feinkörniges, vielleicht kleinkristallinisches Natron), als Bedet (d. i. nach BRUGSCH eine besonders reine Natronart)[9]), und zuweilen auch in Form von Natronwasser[10]). Das Natron des Südens ist vermutlich das auch b-s-n genannte Laugensalz aus den Natronwüsten im Westen Unterägyptens[11]), das Natron des Nordens aber das Salz Hosmen[12]) aus der Gegend der nördlichen libyschen Oase, des sog. Salzgaues oder „Nomos Nitrites“, nach dem es auch Netri heißt[13]); es diente u. a. zu Reinigungs- und Kult-Zwecken, wie denn RAMSES III. (um 1200 v. Chr.) den Tempeln der Götter auch 1843 Artaben (Hohlmaße) Natron und Salz, sowie Ziegel aus Natron und Salz weihte[14]).

1) HUMBOLDT, „Vues des Cordillères ...“ (Paris 1816); die Stelle kann ich augenblicklich nicht angeben. — Père LABAT „Reisen nach Westindien 1693—1705“, übers. SCHAD, Nürnberg 1783; Bd. 3, S. 105ff.

2) S. 160. 3) S. 99. 4) „Handel“. S. 13. 5) WOENIG, S. 105.

6) S. 90. 7) S. 140. 8) S. 144. 9) S. 120, 157, 158.

10) S 179. 11) BRUGSCH, S. 428, 457.

12) Bei WOENIG, S. 373 „Hesmen“. 13) BRUGSCH, S. 406.

14) ebd., S. 274, 406.

— Fachgelehrte mögen entscheiden, ob nicht der Name Netri (von dem unser Natron kommt) auch in der Substanz Netr-tit steckt, die zwei Mal als „Metall", und ein Mal als „Körner" angeführt, und nach einer Angabe BRUGSCHS mit „Götterkot" übersetzt wird[1]) (s. hierüber weiter unten).

10. Andere Mineralien. Gyps (?) wird einmal erwähnt[2]), Alabaster, dessen schon die Inschriften des alten Reiches gedenken[3]), wiederholt, u. a. auch als Zusatz zu Schminken in Gestalt von Staub oder Mehl[4]); an einer Stelle[5]) soll es fraglich bleiben, ob Eisen oder Alabaster zu verstehen ist.

Lapis Lazuli, dessen Name „Chesbet" aus dem Chaldäischen kommt und auf Vorderasien als Bezugsquelle hinweist[6]), findet sich mehrmals verschrieben, zweimal ausdrücklich als „echter"[7]); tatsächlich erwähnen auch Inschriften aus der Zeit THUTMOSIS III. (um 1500 v. Chr.) schon „unechten", der nach LEPSIUS aus einem prächtigen blauen Glasfluße bestand[8]). — Roter Jaspis diente als Mittel gegen Blutflüsse u. dgl. (vermutlich, ebenso wie Bluteisenstein, aus sympathetischen Gründen); nach LEPSIUS wurde er schon in alter Zeit häufig als Amulet getragen[9]). — Die Natur des Uat-Steines, der eine grünliche Augenschminke geliefert haben soll, ist unbekannt[10]).

Kieselstein, auch Stein vom Flußstrande oder Stein vom Ufer genannt, wird verschiedentlich angewandt, z. B. gepulvert zum Putzen der Zähne[11]); das Nämliche gilt vom Ton (Scherben, Abfall tönerner Gefäße u. dgl.) und vom Lehm, den die Rezepte als Lehm, Lehm von der Mauer, Lehm vom Tor, Lehm der Maurer, Lehm von Ziegeln, Lehm und Lehmstaub von Statuen, u. s. f., verordnen; über Nilschlamm s. weiter unten.

Memphitischer Stein[12]) scheint jene Art Asphalt gewesen zu sein, von der noch DIOSKORIDES berichtet[13]), und Erdöl[14]) vielleicht das sog. Asphaltöl, das auch keilschriftlich belegt ist[15]).

11. Wasser dient in kaltem, warmem, kochendem und abgekochtem Zustande zur Herstellung vieler Heilmittel; in einigen Fällen verlangen die Rezepte Quellwasser[16]), in anderen „Regen des Himmels"[17]), Nilwasser[18]), oder „Wasser der Vogelteiche"[19]); solcher „Vogelteiche des

---

1) S. 64, 65, 135. 2) S. 92. 3) BRUGSCH, S. 494.
4) S. 114, 155, 158; 157. 5) S. 90. 6) LEPSIUS, S. 55 ff.
7) S. 91, 95. 8) LEPSIUS, S. 60. 9) ebd. S. 57. 10) S. 65, 96.
11) S. 161. 12) S. 18, 19, 22, 23, 102, 103.
13) „Mat. Med.", lib. 5, cap. 157. 14) S. 15, 168, 170.
15) M. M. N., Bd. 5, S. 283; WEBER, ebd. Bd. 6, S. 205.
16) S. 89, 106, 157, 160. 17) S. 133, 170. 18) S. 124. 19) S. 67, 82.

Vergnügens“, in denen man Wasservögel aller Art zu halten pflegte, gedenkt STERN in seiner „Ägyptischen Kulturgeschichte“ [1]).

IV. Tierische Stoffe.

1. Milch wird roh, [frisch, abgekocht [2]), oder sauer verschrieben, Sahne frisch oder abgekocht [3]), und neben Milch der Kühe und Eselinnen kommt auch Milch der Frauen in Frage, namentlich solcher „die einen Knaben geboren haben“. Butter und Käse finden sich nicht erwähnt, dagegen sehr oft Fette und zwar manchmal nur ganz allgemein als Fett, dickes Fett [4]), Schmalz oder Talg [5]), in der Regel aber als Fette ganz bestimmter Tiere (denen man offenbar auch ganz bestimmte Wirkungen oder Kräfte zuschrieb); von diesen sind zu nennen: Ochsen, Kühe, Widder, Ziegen Schweine [6]), (trotz ihrer „Unreinheit“ [7]), Esel, Katzen, Mäuse, Löwen, Gazellen, Antilopen, Steinböcke [8]), Nilpferde (die auch Klauenfett lieferten [9]); Gänse, insbesondere Opfergänse [10]), Strauße; Fische; Krokodile, Schlangen, Würmer [11]). — Es ist sicherlich nicht ohne Interesse, daß die meisten dieser Fette auch schon in älteren Keilschrift-Texten vorkommen, woselbst aber Schweine, Nilpferde und Strauße fehlen, dagegen Pferde, Wildesel und Wölfe auftreten [12]).

An dieser Stelle sei auch das Wachs angeschlossen, das einen Bestandteil von etwa 40 Rezepten bildet; da Wachse sowie tierische und pflanzliche Fette und Öle häufig mit großen Mengen alkalisch reagierender Salze und Verbindungen erhitzt und gekocht werden, müssen nicht selten Seifen- oder Pflaster-ähnliche Substanzen ausgeschieden worden sein, — doch geschieht solcher nirgends ausdrückliche Erwähnung.

2. Horn von den „Hörnern der Rinder“ und von den „Klauen des Esels“ (auch in Öl erhitzt oder geröstet [13]) wird oftmals verordnet, ebenso Galle von Rindern, fetten Ochsen, Kühen, Schweinen, und Fischen, ferner Leber, Milz, Hirn, und vor allem Blut der verschiedensten Tiere und Tierklassen [14]). Obwohl nun, wenn z. B. Blut eines „schwarzen Kalbes“ oder einer „schwarzen Kuh“ verlangt wird [15]), die Vorschrift aller Analogie nach wörtlich zu nehmen ist, so hat man doch, wie v. OEFELE mit Recht hervorhebt [16]), in vielen anderen Fällen die Möglichkeit von Umdeutungen im Auge zu behalten, und darf nicht vergessen, daß die Ärzte, deren ganzer

1) STERN, a. a. O., S. 162. 2) S. 33, 76. 3) S. 77. 4) S. 117.
5) S. 71, 134. 6) S. 118, 142. 7) LORET, S. 97.
8) S. 74, 116; nach LORET, S. 91, ist eine nubische Antilopenart gemeint.
9) S. 108. 10) S. 94. 11) S. 144.
12) v. OEFELE, M. M. N., Bd. 2, S. 367. 13) S. 105, 106.
14) S. 100, 101, 160. 15) S. 104, 105. 16) M. M. N., Bd. 1, S. 87, 94.



Verdienst in der Bereitung der Arzneien zu liegen pflegte, ein großes Interesse daran hatten, deren Bestandteile im Dunkeln zu halten und zu diesem Zwecke mit Geheimnamen zu bezeichnen. Solche haben sich bekanntlich in der Periode der hellenistischen Chemie und Alchemie für viele Substanzen fast zwei Jahrtausende lang erhalten; wer also glaubt, daß es sich z. B. beim „Blute des Geiers“ [1]) tatsächlich um das Blut dieses Raubvogels handelte, begeht daher vielleicht ganz denselben Fehler wie jemand, der sich unter „Drachenblut“ das Blut eines wirklichen Drachen vorstellte, statt des so benannten roten ostindischen Pflanzenharzes.

[Nach der kürzlich ausgegebenen Lieferung 7 von TSCHIRCHS „Handbuch der Pharmakognosie“ (Leipzig 1908, S. 304), veröffentlichte DIETERICH schon 1888 aus einem griechischen Papyrus des 2. vorchristlichen Jahrhundertes ein sog. „Synonymen-Lexikon“, dem u. a. zu entnehmen ist, daß die Geheimsprache der Priesterärzte unter „Herz des Geiers“ die Pflanze Absinthium verstand, unter „Blut des Hephaistos“ (oder der entsprechenden ägyptischen Gottheit) die Artemisia, unter „Träne der Isis“ die Verbena, u. s. f.]

3. Ganz das Nämliche gilt auch hinsichtlich der Bestandteile der sog. „Dreckapotheke“, weniger allerdings hinsichtlich des Urins [2]), als des Kotes; von diesem wird verschrieben der von Erwachsenen und Kindern, von Hunden, Katzen, Eseln, Schweinen, Ziegen, Gazellen, Antilopen, Vögeln, Krokodilen, Eidechsen und Wespen, doch ist es keineswegs ausgeschlossen, daß in vielen Fällen dem „Kote“ nur eine ähnliche übertragene Bedeutung zukommt wie den „Faeces“ der Alchemisten, die alle nur denkbaren Rückstände und Überreste bezeichnen können; unter dem „Schreiberkot“ [3]) z. B. vermag man sich kaum etwas anderes vorzustellen als die Rückstände von der Zubereitung der Tinte (s. oben), und was BRUGSCH mit „Götterkot“ übersetzt, ist vielleicht auch nur eine Art Kehricht, der Abfall verschiedener Stoffe, die bei Kulthandlungen, Reinigungs-Zeremonien u. dgl., Verwendung gefunden hatten. — Unter „Krokodilerde“, die EBERS als Nilschlamm deutet [4]), sind möglicherweise die Exkremente jener Reptilien zu verstehen, über deren Verwendung zu kosmetischen Zwecken noch DIOSKORIDES berichtet [5]).

V. Pflanzliche Stoffe.

1. Fette. Zu mehr als 80 Rezepten wird die Beigabe von Öl vorgeschrieben, das sich zuweilen auch als reines oder weißes bezeichnet findet; außer Sesamöl und Behenöl (qebu, baq) wird besonders oft Rizinusöl verlangt, einige Male mit dem Zusatze „aus den Früchten

1) S. 160. 2) S. 101, 119, 123. 3) S. 126. 4) S. 81.
5) s. meine „Abhandl. und Vorträge“, S. 61.



gepreßt"[1]). Der Rizinusbaum (qeqi, qiqi) lieferte überhaupt zahlreiche Heilmittel, denn neben der Frucht (qesebt) und der Beere (deqm) werden auch Blätter, Mark, und Wurzelrinde verordnet[2]). Das „Baumöl" dürfte wohl ebenfalls als Rizinusöl anzusehen sein; was jedoch das „eingetrocknete Öl" war, dessen „Stücke" einer Salbe zugesetzt werden sollen[3]), bleibt ungewiß.

2. Kohlenhydrate. Als Versüßungsmittel dienen: hauptsächlich (an 200 Mal) Honig, und zwar roher, gekochter, und geronnener (fest gewordener?), ferner Rosinen (sa-sa), Weinbeeren, Feigen und Sycomorenfeigen (sämtlich teils frisch, teils getrocknet oder geröstet), und sehr häufig Datteln, in Form von frischen oder grünen Früchten, von Abfällen, und von „Teig oder Mehl", — worunter vermutlich der zu einer Art Honig eingekochte Saft zu verstehen ist, aus dem eigene Hofbeamte, die „Macher der Dattel-Süßigkeiten", allerlei wohlschmeckende Speisen zu bereiten hatten[4]).

Durch Vergärung verschiedener süßer Pflanzensäfte und aus Getreidearten gewonnener Würzen stellte man Wein, Palmwein, und Dattelwein dar, vor allem aber Bier, das schon seit den ältesten Zeiten gebräuchlich war[5]), aber noch in einer Inschrift von etwa 1400 v. Chr. als Geschenk des Königs an einen fremden Fürsten angeführt wird[6]). Der Papyrus Ebers erwähnt etwa 80 Mal Bier, gärendes Bier, schäumendes, ausgegorenes, abgestandenes, kühles, starkes, süßes und bitteres[7]), Bierschaum, und Bierspülicht; auch unterscheidet er bereits Weinhefe, Bierhefe und Mestahefe (die Hefe des nicht näher bekannten Mesta-Getränkes[8]), gedenkt der Hefen des süßen und ausgegorenen Bieres, der „entstehenden Hefe"[9]), des Hefen-Bodensatzes[10]), des Hefensaftes[11]), und Hefenwassers[12]). — Von Essig und Essiggährung ist auffälligerweise niemals die Rede; wie BERTHELOT zur Behauptung kommt, Essig spiele im Papyrus Ebers eine große Rolle[13]), ist daher ganz unverständlich.

Leinsamen und Leinsamen-Wasser[14]) wird öfters vorgeschrieben, wie denn die Leinpflanze, das Leinen, und auch die Leinen-Charpie[15]) (im Gegensatz zur Baumwoll-Charpie[16]), sowie die Baumwolle und der Papyrus als wohlbekannt erscheinen; Gummi, auch in Gestalt von

1) S. 26, 63. 2) z. B. S. 5, 11, 70. 3) S. 34.
4) WOENIG, S. 312; BRUGSCH, S. 220. 5) BRUGSCH, S. 67.
6) LIEBLEIN „Handel", S. 28.
7) Nach WOENIG, S. 170, wurden zur Würzung und Konservierung pflanzliche Bitterstoffe zugesetzt.
8) S. 67. 9) S. 109. 10) S. 160. 11) S. 36, 38.
12) S. 77, 78. 13) „Archéologie", S. 239. 14) S. 114.
15) S. 28. 16) S. 115, 117, 124.

Gummitropfen oder Gummiwasser [1]) verordnet, war nach WOENIG der Gummi der echten oder Nil-Akazie, wurde noch zur Zeit RAMSES III. (um 1200 v. Chr.) als Tribut dargebracht [2]), und diente u. a. zur Bereitung der Tinte, sowie später auch zum Aufeinanderkleben beschriebener Papyrusblätter, deren oberstes daher Protokoll (= Erstgeklebtes) hieß [3]).

3. Harze. Neben Weihrauch und Myrrhe spielen auch Zedernharz, Terpentinharz [4]), Pistazienharz [5]), Acanthusharz, Sycomorenharz [6]), Styraxharz (niuben) [7]), Lotusharz (?) [8]), und Mastixharz [9]) eine Rolle; sie sind fast ausnahmslos fremdländischen, von Weihrauch und Myrrhe abgesehen, meist vorderasiatischen Ursprunges, und es ist in dieser Hinsicht bemerkenswert, daß sich die öfters gebrauchte Bezeichnung „Fett des Baumes“ nach v. OEFELE ganz ebenso auch in den Keilschrifttexten vorfindet, in denen z. B. „Fett des Mastixbaumes“ das Mastixharz bedeutet [10]).

4. Arom'e, ätherische Öle. Aus der Reihe der Pflanzen, denen ein Gehalt an aromatischen Stoffen oder an ätherischen Ölen besonderen Wert verleiht, sind zu erwähnen: Kümmel, Fenchel (besbes), Dill [11]), Hornklee (foenum graecum) [12]), Melilotklee (chebu?) [13]), Brunnenkresse, Pfefferminze, Koriander und Wachholder; letzterer, nach WOENIG [14]) in Ägypten nicht heimisch, kann nur aus Vorderasien eingeführt sein und tatsächlich spricht ein Rezept von „Wachholderbeeren aus Byblos“ in Phönizien [15]).

Was JOACHIM und LIEBLEIN unter einigem Vorbehalte mit Zwiebel übersetzen, erklärt WOENIG, der hierbei an das aus religiösen Gründen bestehende Verbot des Zwiebelgenusses erinnert, für Johannisbrot [16]); indessen haben sich Zwiebeln sehr häufig selbst in den Körperhöhlen der Mumien vorgefunden, u. a. sogar in den Augenhöhlen der Mumie des Königs RAMSES II. [17]) — Auch die Übersetzung Knoblauch erscheint fragwürdig, da dieses Gewäch nach LORET vor 1200 v. Chr. in Ägypten noch nicht bekannt gewesen sein soll [18].

Ob die Pflanze Gentet und der Genti-Samen tatsächlich Cassia waren, unterliegt ebenfalls Zweifeln; nach WOENIG ist die Röhren-Cassia in Ägypten einheimisch, während die Cassia- Rinde schon um 1600 v. Chr. aus oder über Arabien eingeführt wurde [19]).

1) S. 48, 110. 2) LIEBLEIN „Handel“, S. 49, 64. 3) WOENIG, S. 114.
4) S. 21, 27. 5) S. 55. 6) S. 51. 7) S. 180, 114.
8) S. 34, 51. 9) S. 83, 180. 10) M. M. N., Bd. 3, S. 225.
11) S. 62, 142.
12) S. 111; er gehörte nach WOENIG (S. 357) auch zu den Bestandteilen des kostbaren Räucherwerkes Kyphi.
13) S. 164. 14) WOENIG, S. 362, 15) S. 88. 16) WOENIG, S. 375, 380.
17) M. M. N., Bd. 7, S. 481. 18) ebd., Bd. 4, S. 152. 19) WOENIG, S. 343, 359.

5. Bitterstoffe. Von Gewächsen, die Bitterstoffe milderer oder schärferer Natur enthalten, finden sich genannt: Lattich, Endivie (qatsut)[1]), Absinth (saam)[2]), Granate (deren Wurzelrinde bereits zum Abtreiben der Würmer diente), Tamariske, Kalmus aus dem Lande t'abi (d. i. Asien), und Aloë, — nicht zu verwechseln mit dem gleichfalls vorkommenden Aloe-Holz[3]).

6. Farbstoffe. Pflanzen, die ihrer färbenden, aber auch ihrer sonstigen arzneilichen Eigenschaften halber benützt werden, sind: Saflor (nesti = Carthamus tinctorius)[4]), Senau (Carthamus lanatus)[5]), Crocus in seinen verschiedenen Abarten (vom Süden, vom Norden, vom Berge, vom Delta), — deren eine jedoch EBERS mit Chelidonium majus (matet) identifiziert, wonach man Crocus vielleicht nur für einen Sammelnamen zu halten hat —, und endlich Indigo. Nach LORET ist Indigo im östlichen Nordafrika einheimisch und heißt ägyptisch Tinkon, woraus durch einen etymologischen Irrtum der griechischen und römischen Autoren „Indikon" und „Indicum" entstanden ist[6]); über seine uralte Anwendung zum Färben, die um 1600 v. Chr., wie Gräberfunde beweisen, schon eine längst bekannte war, berichtet WOENIG[7]).

7. Narkotika. Von diesen werden verschrieben: Bilsenkraut (sepet) in Öl[8]), Alraunen, auch als Alraunbeeren und als Mehl (= eingedickter Saft?) der Alraunen von Elephantine[9]), sowie Opium; an verschiedenen Stellen finden sich erwähnt: die Mohnpflanze (Chesit)[10]), Chesit-Stengel und -Rinde[11]), Chesit-Früchte[12]), Chesit-Kapseln[13]), Chesit-Körner und Samen (sepnen)[14]), Chesit-Harz d. i. Opium[15]), Seter-Seref (nach EBERS = Trank des Ruhens)[16]), und Hefe (?) des Seter-Trankes[17]).

IV. Zubereitung der Arzneien.

Feste Substanzen werden durch Mahlen und Reiben, durch Zermalmen mit dem Reiber, und durch Zerstoßen im Steinmörser zerkleinert[18]), zuweilen auch noch gepulvert und gesiebt[19]).

---

1) S. 129.
2) S. 21: WOENIG denkt an den Keuschlammbaum (S. 375).
3) S. 122, 142, 180. 4) S. 23; der ölreichen Samen gedenkt WOENIG, S. 351.
5) S. 124. 6) LORET, S. 177; s. meine „Abhandl. und Vorträge", S. 93
7) WOENIG, S. 353. 8) S. 108. 9) S. 44, 126.
10) S. 25, 74, 133, 153. 11) S. 67, 173; 70.
12) S. 9, 108, 132, 141, 144, 151, 154. 13) S. 169. 14) S. 133, 102.
15) S. 64, 112, 120, 143. 16) S. 33, 106. 17) S. 139.
18) S. 4, 114; 14, 131.
19) S. 15; dieses Zitat und die folgenden geben nur einzelne Beispiele an.

Oft ist eine Vorbehandlung angeordnet, für die sehr mannigfaltige Vorschriften in Betracht kommen, u. a. Rösten oder Backen [1]; Abpressen [2]; Einweichen, Stehenlassen, Erwärmen, oder Auskochen in und mit Wasser, Milch [3], Dattelwein [4], bitterem oder süßem Bier [5], Honig [6] und Öl [7]; Auslaugen in einem Leinensäckchen oder Auskochen in einem Tuch [8]; mehrtägiges Vergären mit Hefe [9] u. s. f. Sollen nicht die verbleibenden Rückstände benützt werden, sondern die entstandenen Lösungen, so werden diese durch Siebe oder Tücher filtriert und geklärt [10]; das Filtrieren ist nach v. OEFELE eine schon in ganz alten hieroglyphischen Texten häufig erwähnte Operation und wird durch ein eigenes Zeichen angedeutet, einen Mann darstellend, der in gebückter Stellung das Filtriertuch zusammenwindet und die durchlaufende Flüssigkeit in einem Gefäße sammelt [11].

Manche Lösungen sollen mit Hilfe eines Röhrchens ausgeschlürft werden [12]; betreff anderer wird empfohlen, sie auf freiem Feuer, oder mittelst eingeworfener heißer Steine zu erhitzen, und die Dämpfe durch ein Rohr einzuatmen, das in den durchlochten Deckel des Gefäßes eingepaßt ist [13].

Schließlich sei noch erwähnt, daß neben ganz einfachen, nur aus zwei oder drei Bestandteilen zusammengesetzten Arzneimitteln, sich auch solche vorfinden, die eine große oder sehr große Anzahl Komponenten enthalten [14], 17, 18, ja 37, so daß sich die besondere Vorliebe der späteren griechischen, der byzantinischen, und der arabischen Medizin für derlei möglichst komplizierte Mischungen, auch in diesem Punkte sichtlich auf uralte ägyptische und vorderasiatische Überlieferungen gründet.

1) S. 7, 9. 2) S. 8. 3) S. 77, 123. 4) S. 60.
5) S. 13, 17, 47, 131. 6) S. 7, 47. 7) S. 9, 41. 8) S. 76, 123.
9) S. 12. 10) S. 2, 11; 13, 176. 11) M. M. N., Bd. 6, S. 444.
12) S. 14. 13) S. 78, 79. 14) S. 51, 132, 145.

Über antike Tinte.

Vortrag, gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft zu Rostock am 12. Dezember 1908 vom derzeitigen Vorsitzenden

Prof. RUDOLF KOBERT.

Um sich über antikes Schreibwesen zu orientieren, empfiehlt es sich, abgesehen von den griechischen und römischen Quellenschriftstellern zwei kompilatorische Werke zu benutzen, ein älteres größeres von BLÜMNER[1]) und ein kleines ganz neues von SCHUBART[2]). Ich werde auf beide im nachstehenden mehrfach Bezug nehmen. Eine wertvolle Ergänzung beider bildet einerseits DARMSTAEDTERS Handbuch[3]) und andererseits ein soeben erschienener Artikel von KYNAST[4]).

Wir unterscheiden heutzutage zwischen Tuschen und Tinten. Tuschen sind feste Farbstücke, welche zum Gebrauch mit einer Flüssigkeit (meist Wasser) verrührt oder angerieben werden, sich dabei aber nicht auflösen sondern nur eine Suspension bilden. Den Übergang von den Tuschen zu den Tinten bilden die sogen. Sicherheitstinten, wie KYNAST sie nennt, die man aber richtiger als Sicherheitstuschen bezeichnet. Während die gewöhnlichen Tuschen an der Unterlage nicht festhaften sondern jederzeit mittelst Wasser wieder abgewaschen werden können, enthalten die Sicherheitstuschen eine Harzlösung in alkalischem Wasser, welche nach dem Trocknen das Wegwaschen der Schriftzüge mittelst Wasser erschwert

---

1) HUGO BLÜMNER, Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste, Bd. I, Leipzig 1875, S. 267 und Bd. IV, Leipzig 1887, S. 517.

2) WILHEM SCHUBART, Das Buch bei den Griechen und Römern. Eine Studie aus der Berliner Papyrussammlung. Mit 14 Abb. Berlin 1907.

3) LUDWIG DARMSTAEDTERS Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Zweite Aufl. von DU BOIS-REYMOND, SCHAEFER und DARMSTAEDTER. Berlin 1908.

4) RICHARD KYNAST, Zur Methode der chemischen Untersuchung von Tintenschrift. Arch. f. gerichtliche Schriftenuntersuchung Jg. 1907/08, S. 274.



oder ganz unmöglich macht. Echte Tinten sind gefärbte Flüssigkeiten, also Lösungen, welche nach dem Trocknen an der Unterlage mehr oder weniger fest haften und zwar die Kanzleitinten dank einer chemischen Fixierung auf der Faser des Papiers. Endlich gibt es Tuschtinten, welche sowohl eine Farblösung als suspendierte Farbstoffpartikelchen enthalten.

Die schwarze Tusche besteht im wesentlichen aus Ruß und Gummi. Ihre Geschichte geht viel weiter ins Altertum zurück als die der schwarzen Tinte. Nach Angabe chinesischer Autoren erfand TIEN-TSCHEN in China im Jahre 2630 v. Chr. die sogen. chinesische Tusche; seit dem dritten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung kommt sie in Stangenform in den Handel. Auch die alten Ägypter haben schon im zweiten Jahrhundert v. Chr. nach SCHUBART eine tuschartige vortreffliche Schreibtinte benutzt. Die um die Wende der Zeitrechnung lebenden Schriftsteller der Griechen und Römer erwähnen die chinesische Tusche als *μέλαν ἰνδικόν* oder atramentum indicum (VITRUV, PLINIUS, GALEN). Sie wird mittelst Pinsel, mittelst Kielfeder oder Stahlfeder aufgetragen. Daß diese echte chinesische Tusche sehr teuer war, ist bei der großen Entfernung, aus der sie bezogen werden mußte, selbstverständlich. Sie konnte daher für den alltäglichen Gebrauch der Griechen und Römer nicht verwendet werden. Man benutzte vielmehr für gewöhnlich ein einheimisches Surrogat, eine Schreibtusche, *μέλαν γραφικόν* oder atramentum librarium genannt, zum Bücherschreiben. Über diese Schreibtusche und ihre Darstellung berichtet z. B. DIOSKURIDES (Buch 5, Kap. 182) in seinem Sammelwerke der Materia medica. Er führt zwei Sorten an. Die erste besteht aus 1 Teil Gummi und 3 Teilen Ruß, „wie die Maler ihn gebrauchen". Die beste Sorte wird nach DIOSKURIDES in den Glashütten gewonnen. Sehr ausführlich beschreibt VITRUV (Buch 7, Kap. 10) den Prozeß der Rußgewinnung in besonderen Rußfabriken. Dieser bestand darin, daß auf einem Herde stark rußende Substanzen wie Harze und Pech verbrannt wurden, und daß durch geeignete Zugvorrichtung die Rußmassen in einen besonders glatt ausgemauerten Raum geleitet wurden, wo sie sich an den kühlen Wänden absetzten. Daß der Ruß meist geringe Mengen unverbrannter riechender Harzbestandteile enthielt, ist selbstverständlich. Diese Beimischung hatte aber einen gewissen Vorteil, denn sie gibt der Tusche einen aromatischen Geruch und wirkt gleichzeitig antiseptisch. Kommen wir auf das angeführte Rezept des DIOSKURIDES zurück, so ist klar, daß durch Mischen von Gummi mit Ruß unter Zuhilfenahme von Wasser eine der chinesischen Tusche ähnliche Masse entstehen muß, mit der sich tief schwarz malen und schreiben läßt. Als echte Tinte im modernen Sinne läßt sich das Gemisch aber natürlich nicht ansprechen, obwohl es in philologischen Büchern meist so



bezeichnet wird. Das zweite Rezept des DIOSKURIDES entspricht einer Mischung von 2 Teilen Ruß mit 12 Teilen Gummi und 1 Teil Leim und 1 Teil Vitriol, unter dem wir uns ein Gemisch von Eisenvitriol und viel Kupfervitriol zu denken haben, obwohl die Etymologie des betreffenden griechischen Wortes χάλκανθος nur Kupfervitriol buchstäblich andeutet. Nach VITRUV wurde für Malertusche als Bindemittel meist Leim, für Schreibtinte meist Gummi verwendet. Hier bei DIOSKURIDES finden wir einen Kompromiß, nämlich ein Gemisch von 12 Teilen Gummi mit 1 Teil Leim. An der Unterlage haftet diese Tusche besser als die nach dem ersten Rezept bereitete. Der Ruß ist derselbe wie in der vorigen Vorschrift. Neu ist uns also als wesentlicher Zusatz nur der Vitriol, der aber, wenn wir vom Haften absehen und nur die Farbe des Gemisches berücksichtigen, auch ohne Schaden weggelassen werden könnte, da er mit den übrigen Bestandteilen der Tusche keine gefärbte Verbindung bildet. Wir werden auf diesen Vitriol unten noch mehrfach zu sprechen kommen. Manche Maler machten sich ihre schwarze Tusche nach eigenem Rezept. So wissen wir, daß POLYGNOT und MIKON durch Brennen von getrockneten Weintrestern und APELES durch Brennen von Elfenbein sich das dazu nötige schwarze Pulver herstellten, welches alsdann mit dem Bindemittel (Gummi, Leim) gemischt wurde. Eine im wesentlichen nur aus Ruß (und wohl etwas Gummi) bestehende antike Tusche fand FORRER[1]) in einem hölzernen pyxidenförmigen Tintenfasse aus der Stadt Achmim in Oberägypten. Eine der oben gegebenen zweiten Vorschrift des DIOSKURIDES entsprechende altrömische aus Ruß, (Gummi) und Vitriol fand BOLDETTI in einem tönernen Tintenfasse im Coemeterium San Callisto bei Rom. Meine im Vorstehenden gegebene Auffassung, daß die sogenannte Tinte der Alten meist Tusche gewesen ist, wird durch diese beiden Funde bestätigt. Sie wird auch von WILH. SCHUBART in seiner oben genannten Schrift geteilt. Er ist der Meinung, daß erst seit dem vierten Jahrhundert der Kaiserzeit neben der Rußtusche auch eine wirkliche Tinte in Handschriften nachweisbar ist.

Ehe ich zu der Frage übergehe, ob die Alten auch wirkliche schwarze Tinte im Sinne der jetzigen Chemie kannten und benutzten, möchte ich als Überleitung einiges über die farbigen Tinten des Altertums mitteilen. Nach PLINIUS kannten die Griechen und Römer z. B. prachtvolle rote Tuschen, welche teils aus dem Saft der Purpurschnecke, teils aus Kermesbeerensaft hergestellt wurden. Wo noch größerer Luxus getrieben werden sollte, benutzte man die Goldschreibekunst, Chryso-

1) ROBERT FORRER, Reallexikon der prähistorischen, klassischen und frühchristlichen Altertümer. Mit 3000 Abb. Stuttgart 1907, S. 824.



graphia, die bereits von PLUTARCH erwähnt wird, und die im zweiten Jahrhundert unserer Zeitrechnung in Byzanz zu einem ausgebreiteten Kunsthandwerk wurde. Noch im Mittelalter wurde diese Goldtinte, die sehr fein suspendiertes Blattgold enthalten zu haben scheint, viel benutzt. Ein Seitenstück zu ihr ist die Silbertinte, mit welcher z. B. der Codex argenteus von Upsala geschrieben worden ist.

Kehren wir jetzt zur schwarzen Tinte zurück und fragen: was betrachten wir heutzutage als wesentlich für gute schwarze Kanzleitinten? Es sind dunkle, aber zunächst nicht intensiv schwarze, sondern blaugrüne oder schwarzgrüne Lösungen von galläpfelgerbsaurem und gallussaurem Eisenoxyduloxyd. Reines gallussaures und galläpfelgerbsaures Eisenoxydul ist farblos. An der Luft geht die mit dem Oxyduloxyd geschriebene Schrift einen weiteren Oxydationsprozeß ein, bei dem sich weiteres gerbsaures und gallussaures Eisenoxyd bilden, so daß die geschriebenen Worte bald viel schwärzer als das anfängliche Oxyduloxydgemisch aussehen. Ferner sind die Oxyde im Gegensatz zu den Oxydulen in Wasser unlöslich und infolge eines Beizvorganges vom Papier mittelst Wasser nicht wieder zu entfernen, da sie mit der Papierfaser sich locker chemisch verbinden. Kannten nun die Alten diesen Prozeß der Entstehung einer schwarzen Substanz bei Vermischung von Gerbstoffen mit Eisensalzen? Ja, sie kannten ihn und benutzten ihn, allerdings ohne sich klar zu sein, daß es dabei sich um eine Reaktion von Eisensalzen handelt. Die Galläpfel, *κηκίδες*, lateinisch gallae, werden schon von THEOPHRAST im vierten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung erwähnt (Historia plantarum 3, 8, 6) und zwar als Mittel, mit Hilfe deren Färberbeize und Wollfarbe hergestellt werde. PHILO VON BYZANZ um 210 vor Chr. redet von einer Art geheimen Schrift, bei der man mit einem Galläpfelauszug schreibt. Er sagt, daß diese Schrift nach dem Trocknen unsichtbar ist, aber schwarz wird, wenn man sie mit Vitriollösung betupft. Er wie die meisten späteren griechischen und römischen Autoren verstehen, wie schon oben erwähnt wurde, unter Vitriol einen eisenhaltigen unreinen Kupfervitriol, *χάλκανθος* oder flos aeris genannt [1]).

Verfährt man nach diesem Rezept von PHILO, so erhält man in der Tat tiefschwarze Schriftzüge, die als mit echter Kanzleitinte geschrieben angesehen werden können. Weiter berichtet PLINIUS (Buch 34, Kap. 26), daß man zu seiner Zeit sich durch Tränken von Papier mit Gall-

1) Ich kann hier darauf verzichten, die wichtigsten Stellen der Alten über Chalkanthos und die widerspruchsvollen Deutungen derselben durch moderne Kommentatoren wiederzugeben, da ich diese Angaben anderweitig habe zusammenstellen lassen. Man vergleiche CELSUS, über die Arzneiwissenschaft, übersetzt von W. FRIEBOES, mit Vorwort von R. KOBERT, Braunschweig 1906, S. 675.

äpfelauszug ein Reagenzpapier bereitete, welches man in Grünspan tauchte, um diesen auf Verfälschung mit Vitriol zu prüfen. Wurde das Papier schwarz, so galt die Anwesenheit von Vitriol als erwiesen. Dies ist die erste Erwähnung eines chemischen Reagenzpapieres und seiner sachgemäßen Anwendung in der Weltgeschichte. Der Grünspan wurde damals nämlich in der Tat oft durch Vitriolzusatz gefälscht.

Eine analoge Reaktion wandten die Alten alltäglich an, um schwarze Stiefeln herzustellen. Wie PLINIUS und DIOSKURIDES melden, benutzte man damals als Gerbemittel für in Leder umzuwandelnde Häute z. B. Blätter und Früchte des Gerbersumach, Eichenrinde, Eichengallen. Diese Drogen enthalten teils physiologische, teils pathologische Gerbsäuren bzw. Gerbstoffe. Wie die zu den pathologischen Produkten des Pflanzenreiches gehörige Galläpfelgerbsäure, so geben auch die physiologischen Gerbstoffe der Blätter und Rinden mit Eisenoxydsalzen grünlichschwarze oder blauschwarze Färbungen, bezw. Niederschläge. Das fertig gegerbte Stiefelleder wurde nun mit Vitriol bestrichen, wobei es bald schwärzliche Farbe annahm, wofern der Vitriol außer Kupfersulfat auch Eisensulfat enthielt. Solches für Lederschwärzung verwendete Eisenkupfervitriol wird von CICERO, CELSUS, PLINIUS etc. geradezu als atramentum sutoricum oder sutorium d. h. Schusterschwärze bezeichnet CICERO ad famil 9, 21, 3; PLINIUS 20, 123; 34, 112 u. 123; CELSUS 5, 8; MARCELLUS EMPIRICUS 8, 2). Der griechische Ausdruck dafür ist *μελαντηρία*. Bei SCRIBONIUS LARGUS heißt die Schusterschwärze (208 u. 248) creta sutoria, wo also creta nicht Kreide, sondern Farbstoff bedeutet. DIOSKURIDES (5, 114) unterscheidet drei Arten des Vitriols, von denen eine als rein blau und die zweite als rein grün bezeichnet wird. Ersterer enthält nur Kupfersulfat, letzterer auch reichliche Mengen Eisensulfat.

Nach allem Gesagten unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, daß die Alten zur römischen Kaiserzeit den Prozeß der Schwarzfärbung von Gerbsäurelösungen bei Kontakt mit eisenhaltigem Vitriol kannten und benutzten, ohne allerdings den Eisengehalt ihres Vitriols klar erkannt zu haben. Nur die uns hier gerade interessierende Benutzung dieser Reaktion zur Herstellung von Kanzleitinte wird von keinem der genannten Schriftsteller erwähnt. Der erste mir bekannte Schriftsteller, welcher sie anführt, ist der in der ersten Hälfte des siebenten Jahrhunderts lebende ISIDORUS HISPALENSIS. Bei ihm finden wir als Bezeichnung der Tinte das Wort encaustum, mit dem die im Französischen, Italienischen und Englischen übliche Bezeichnung der Tinte (encre, inchiostro, ink) zusammenhängt,



während unser Wort Tinte und das spanische tinta von tincta, das Gefärbte, herkommt. In Handschriften taucht eine fuchsig gewordene vielleicht gerbsaures Eisen enthaltende Schrift, wie oben schon angedeutet wurde, erst im vierten Jahrhundert auf. Die ersten systematischen Versuche über die Reaktion der Galläpfelauszüge und anderer Gerbstoffe mit Lösungen der Vitriole wurden erst 1000 Jahre nach ISIDORUS HISPALENSIS von ROBERT BOYLE (1667) gemacht. Sie bilden die Grundlage der Tintenchemie und zeigten, daß Kupfervitriol bei der Reaktion ganz fehlen kann, da nur der Eisenvitriol die Schwärzung liefert.

Nach dem Gesagten erscheint es ganz selbstverständlich, daß die Tinte des klassischen Altertums eben keine Kanzleitinte sondern teils vitriolhaltige Sicherheitstusche, teils vitriolfreie leicht wegwischbare Tusche war. Dazu stimmen auch die zwei oben angeführten Analysen ausgegrabener Tintenreste. Diese Anschauung ist nun aber vor ganz kurzer Zeit durch KASSNER[1]) völlig geändert worden. Wir müssen uns mit dieser wichtigen Arbeit eingehend beschäftigen.

In der Nähe von Haltern in Westfalen lag das im Jahre 11 v. Chr. gegründete Kastell Aliso, welches jetzt nach und nach ausgegraben wird. Unter den dort gefundenen Gegenständen, zu welchen auch der von mir seinerzeit untersuchte Bernsteinklumpen gehört, erregte ein Tintenfaß begreifliches Interesse. Es ist aus Bronze gefertigt und unsern modernen Tintenfässern auffallend ähnlich. Das gleiche gilt übrigens auch von dem bei FORRER abgebildeten antiken Tintenfasse. Das in Rede stehende hat in der Mitte der Oberfläche eine enge runde Öffnung, welche nach Aussage von Professor KOEPP aus Münster, der die Ausgrabung leitete, bei der Auffindung durch einen Klumpen festgebackenen Sandes völlig verstopft war. Etwas vom Sand ist bei der Verschüttung vor der gänzlichen Verstopfung offenbar in das Innere gelangt. Nach vorsichtiger Beseitigung des Sandklumpens gelangte Professor KOEPP beim Hineintasten mit einem Holzstäbchen zunächst in einen leeren Raum und weiter unten am Boden des Gefäßes an die völlig eingetrocknete Tinte. Um eine Durchschnittsprobe zu erhalten, wurde die herausbeförderte Tinte nach der Beseitigung der gröbsten grünen, ersichtlich aus basischem Kupferkarbonat (Grünspan) bestehenden Partikel in einem Mörser zu einem gleichmäßigen Pulver zerrieben. Ein hierbei stattfindendes

1) GEORG KASSNER, Über eine aus der Erde gegrabene Tinte aus der Römerzeit. Archiv der Pharmazie Bd. 246, 1908, S. 329. Mit einer Abb. des ausgegrabenen Tintenfasses.



knirschendes Geräusch verriet die Beimischung von hineingefallenem Sand. Das Pulver wurde zunächst einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Mit einem Tropfen Wasser zusammengerührt zeigte es zunächst nur geringe Neigung, sich mit diesem zu mischen. Es waren nämlich, wie wir sehen werden, Harze, welche die Benetzbarkeit hindern, zugegen. Durch Zusatz von Alkohol, welcher, wie wir sehen werden, die Harze löst, gelang es leicht ein homogenes Gemisch zu erhalten, welches unter dem Mikroskope unter zahlreichen vorhandenen doppelbrechenden Mineraltrümmern hauptsächlich schwarze amorphe Massen von unregelmäßiger Gestalt und Größe aufwies, die sich zu winzig kleinen tief schwarzen Partikelchen zerdrücken ließen, die offenbar aus Ruß bestanden. Die Gesamtanalyse der lufttrocknen Tinte ergab folgende Zusammensetzung:

5,72 % Wasser
24,30 % Ruß und aromatisches Harz
23,00 % Kupferoxyd
14,50 % Gips, Magnesia, Alkalien
3,50 % Eisenoxyd, Tonerde, Phosphorsäure
19,60 % Sand und Mineraltrümmer
9,38 % organische Extraktivstoffe, vornämlich Gerbsäure sowie Kohlensäure.

KASSNER rechnet seine Analyse unter Weglassung der offenbaren Verunreinigungen auf folgende Werte um:

65,30 % brennbare Materie, unlöslich in Säure und in Wasser hauptsächlich Ruß mit 13 % aromatischem Harz.
9,40 % Eisenoxyd mit Verunreinigung von Tonerde und Phosphorsäure.
25,30 % (durch Differenz bestimmt) im wesentlichen bestehend aus organischen Extraktivstoffen, darunter Gerbsäure.

An dieser Analyse frappiert uns der Nachweis von erheblichen Mengen von Gerbsäure, welche im strikten Widerspruch zu unserer oben entwickelten Anschauung, daß die antike Tinte nur Tusche war, steht. Es scheint mir von Interesse, den Wortlaut der Nachweismethode dieser Substanz hier wiederzugeben. KASSNER sagt (S. 333): „Es wurde eine geringe Menge der Tinte mit wässerigem Ammoniak gekocht und der durch mehrmaliges Filtrieren geklärte Auszug auf dem Wasserbade verdunsten gelassen. Ich erhielt auf diese Weise einen amorphen Rückstand von blaßgelber Farbe. Als ich nun diesen mit sehr verdünnter Lösung von Eisenoxydsulfat in Berührung brachte, erhielt ich

zu meiner Freude einen schwarzen Niederschlag. Es war damit in der Tat gelungen, in der 19 Jahrhunderte in der Erde befindlich gewesenen Tinte Gerbsäure nachzuweisen und sie dadurch als sogen. Gallustinte zu kennzeichnen."

Ich war durch Liebenswürdigkeit von Prof. HANS DRAGENDORFF ebenfalls in Besitz eines Quantums jener Tinte aus dem Tintenfaß von Haltern gelangt und hatte, schon ehe mir die Analyse von Prof. KASSNER zugängig wurde, eine Probe qualitativ aufs sorgfältigste auf die mich interessierenden Substanzen untersucht und zwar in der Weise, daß ich das Tintenpulver, welches eine alkalische Reaktion besaß, erst mit Äther, dann mit Alkohol, dann mit Ammoniakwasser, dann mit verdünnter Salzsäure heiß auszog. So erhielt ich vier Portionen. Der in keinem der vier Lösungsmittel lösliche Teil, welcher die fünfte Portion bildete, erwies sich als ein Gemisch von sehr feinkörniger Kohle, wie sie im Ruß enthalten zu sein pflegt, mit minimalen Mengen von Sand. Die in Äther lösliche Portion ergab nach dem Verdunsten ein aromatisches braunes Harz, welches zum Teil in Ammoniakwasser als Harzseife löslich war. Das Filtrat wurde eingedunstet und der neutrale Rückstand in Wasser suspendiert und nun nochmals filtriert. Falls eine ätherlösliche freie Gerbsäure vorhanden gewesen wäre, mußte diese in diesem Filtrat als Ammonsalz vorhanden sein. Bei Zusatz einer Spur von Eisenchlorid erfolgte jedoch keine Schwärzung. Auch in der alkoholischen Portion fand sich keine mit Eisenoxydsalzen reagierende Substanz. Der ammoniakalisch-wässerige Auszug des mit Äther und Alkohol erschöpften Tintenpulvers war von blauer Farbe, da er Kupferoxydammoniak enthielt. Nach dem vorsichtigen Verdunsten der blauen Lösung wurde der Rückstand in destilliertem Wasser suspendiert und filtriert. Dieses Filtrat gab ebenfalls keine der typischen Gerbsäurereaktionen, d. h. sie färbte sich weder mit Eisenoxydsalzen schwarz noch reduzierte sie beim Erhitzen ammoniakalische Silbernitratlösung. Die durch Auskochen mit verdünnter Salzsäure unter Entweichen von Kohlensäureblasen erhaltene Portion hatte eine gelbe Farbe. Beim Abkühlen schieden sich doppelbrechende zierliche Gipskristalle in Blättchenform reichlich ab. Offenbar waren sie durch Umsetzung von kohlensaurem Kalk mit Vitriol entstanden. Die davon abfiltrierte Lösung ergab beim Eindunsten einen gelbweißen Rückstand, welcher beim Ausziehen mit Ammoniak noch Reste von Kupfer in Lösung gehen ließ. Der nicht in Ammoniak lösliche Teil wurde unter Zusatz eines Tropfens Salpetersäure in Wasser gelöst. Diese Lösung gab mit Rhodanammonium intensive Braunrotfärbung, mit Schwefelwasserstoff nichts, mit Schwefelammon aber eine schwarzgrüne Fällung. Es handelte sich also um Eisenoxyd. Daneben waren noch



andere unorganische Stoffe (Phosphate etc.) vorhanden, welche für uns hier kein Interesse haben. Aus dem Mitgeteilten konnte ich nicht auf die Gegenwart von Gerbstoffen schließen. Ich extrahierte jetzt eine zweite Probe des Tintenpulvers bei saurer Reaktion (durch 2 Tropfen Salzsäure) mit Äther, bekam jedoch ebenfalls nur harzige Massen, deren wässeriger Auszug mit Eisenoxydsalzen sich nicht schwärzte. Auch KASSNER konnte bei seiner ersten Analyse keine sichere Gerbsäurereaktion erhalten. Ich hatte jetzt nur noch ein Drittel des Tintenpulvers vorrätig. Ich mußte es opfern, um nun genau so zu verfahren, wie KASSNER bei seiner zweiten oben im Wortlaut mitgeteilten Analyse verfahren war. Ich kochte daher dieses Drittel meiner Substanz direkt, d. h. ohne vorherige Extraktion der Harze mit wässerigem Ammoniak aus und verdunstete die durch mehrmaliges Filtrieren geklärte Lösung. Diese war von grüner Farbe. Der beim Verdunsten gewonnene Rückstand sah nicht wie bei KASSNER blaßgelb, sondern viel dunkler, schmutzig-braun, aus. Nach meiner ersten Analyse mußte es Kupferoxyd und Ammoniakseife des braunen Harzes enthalten. In Wasser war es natürlich zum Teil unlöslich. Brachte ich einen Teil der Suspension nach KASSNER mit sehr verdünnter Eisenoxydsulfatlösung in Berührung, so setzte sich allerdings ein dunkler Bodensatz ab, aber eine Berechtigung, diesen als gerbsaures Eisen anzusprechen, wage ich aus dem Versuche nicht herzuleiten, denn ein zweiter Teil der Suspension ergab nach der Filtration bei Eisenoxydzusatz einen viel helleren Niederschlag und ein dritter Teil der filtrierten Suspension, welcher nach Zusatz einer Spur Schwefelsäure nochmals filtriert und dann wieder neutralisiert worden war, gar keinen Niederschlag beim Zusatz des Eisenoxydsulfates. Ich muß daher behaupten, daß unveränderte Gerbsäure in der von mir untersuchten römischen Tinte aus Haltern nicht vorhanden war, und daß auch das vorhandene Harz nicht mit Sicherheit als verharzte Gerbsäure im Sinne von KASSNERS erster Analyse angesprochen werden konnte. Im Gegensatz zu KASSNER muß ich es daher auf Grund meiner Analyse ablehnen, den Beweis echter Eisengallustinte bei den Römern erbracht zu haben. Nach meiner Analyse kann ich nur behaupten, daß die Tinte der römischen Kaiserzeit eine echte Sicherheitstusche gewesen ist, bei welcher erstens die in modernen Sicherheitstinten enthaltene Schellacksodalösung ersetzt wurde durch ein Gemisch eines Karbonates mit einem aromatischen Harz, und bei welcher zweitens durch ein Gemisch von Kupfervitriol und Eisenvitriol eine Beizung des Papiers bezweckt wurde, die freilich bei der nur durch Calcium-Karbonat alkalischen Reaktion des Gemisches nur unvollkommen zustande kam. Von mir mit der antiken Tinte geschriebene Buchstaben vermochte ich jedoch nach

längerem Trocknen weder mit Wasser, noch mit verdünnten Säuren, noch mit verdünnten Alkalien ganz zu entfernen. Den Zweck, welchen wir bei der Herstellung einer Sicherheitstusche oder einer Kanzleitinte anstreben, nämlich der Schrift Deutlichkeit, lange Dauer und Unverwischlichkeit zu geben, haben die alten Römer trotz ihrer unvollkommenen chemischen Kenntnisse also doch erreicht.

Zum Schluß sei es mir gestattet, die Geschichte der Tinten noch bis in die Neuzeit zu verfolgen. Schon vor der oben erwähnten grundlegenden Untersuchung von BOYLE erfand PIERRE BOREL 1653 die erste sympathetische Tinte, indem er Schriftzüge, die mit essigsaurem Blei geschrieben waren, durch eine Abkochung von Auripigment mit Kalk in Bleisulfid umwandelte und dadurch schwärzte. 1780 erfand JAMES WATT die Schreibkopiermaschine und die erste Kopiertinte. 1847 erfand FERD. RUNGE die Blauholztinte, indem er Kampechenholzdekokt mit einer minimalen Menge von gelbem Kaliumchromat erhitzte. 1856 erfand AUGUST LEONARDI in Dresden die sogen. Alizarintinte, die das gerbsaure Eisen nicht schon fertig gebildet, sondern die dazu nötigen Ingredienzien unverbunden in einer durch Indigosulfosäure vermittelten klaren Lösung enthält. Diese Tinte bewirkte eine völlige Umwälzung in der Fabrikation der Eisengallustinten. 1872 gab RUDOLF BÖTTGER die Nigrosintinte an, d. h. eine Lösung von Anilinschwarz, die mit Salzsäure angesäuert wird und sich durch besondere Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien auszeichnet. 1879 erfanden KWAISSER und HUSAK die Hektographentinte, welche sie zuerst aus Methylviolett herstellten. 1883 erfand GASPARD MEYER in Paris ein unverbrennliches Papier aus Asbest, Papierfasern und Wasserglas. Auf dieses schreibt man mittelst eines Gemisches aus Ultramarin, Glyzerin und Wasserglas. Schrift und Papier sind unverbrennlich.

Auf dem Gebiete des Nachweises der Schriftfälschungen hat JESERICH auf photographischem Wege wichtige Schlüsse zu tun gelehrt. Die Methodik der chemischen Untersuchung von Tintenschriften und Schriftfälschungen hat soeben KYNAST in der oben zitierten Schrift zusammenfassend abgehandelt.

Der arabische Geograph Edrîsî und seine maronitischen Herausgeber.

Von S. Günther, München.

Wenn in unseren Tagen der Name Marokko genannt wird, so verbindet man mit ihm unwillkürlich den Begriff eines halbwilden Landes, dessen starr-konservativer Mohammedanismus dem Eindringen aller höheren Kulturelemente die größten Schwierigkeiten in den Weg legt. Und dieses selbe Sultanat, das für uns Deutsche schon so viele Unannehmlichkeiten heraufbeschworen hat, war vor sechs, sieben und acht Jahrhunderten ein hoch entwickelter Staat, der, was die Beteiligung seiner Angehörigen an der Erhaltung und Weiterbildung der vom Altertum überkommenen Bildung und Wissenschaft anlangte, kühn den Wettbewerb mit Europa aufnehmen konnte. Ein Marokkaner war jener Abûl Hassan Alî, dessen durch Sédillot uns zugänglich gewordenes Lehrbuch der astronomischen Instrumentenkunde (Anfang des XII. Jahrhunderts) uns hohe Achtung vor der arabischen Sternkunde einflößen muß; ein Marokkaner war der große Reisende Ibn Batûta (1302—1377), der vielleicht mehr von der Welt auf seinen gigantischen Wanderungen vom Atlantischen Ozean bis nach Sibirien, China und Indien gesehen hat, als irgend ein Sterblicher vor und nach ihm. Und dem Maghreb gehörte auch der Geograph an, mit dem sich diese Studie beschäftigt, dem aber später das nachteilige Los zufiel, hinsichtlich seiner Abstammung ganz verkannt und für einen Ostafrikaner gehalten zu werden. Die Männer, welche an dieser Konfusion die Schuld trugen, verdienen trotz dieses — übrigens sehr entschuldbaren — Verstoßes von der Geschichte der Erdkunde mehr als bisher beachtet zu werden. Gehören sie doch einem Volksstamme an, dem in der Entwicklung menschlichen Geisteslebens niemals ein Plätzchen eingeräumt zu werden pflegt, und der trotzdem auch sehr wohl fähig zu sein scheint, unter geeigneten Umständen einen solchen Platz auszufüllen. Von den beiden ersten Herausgebern des Edrîsî soll zunächst die Rede sein.

Dies sind zwei maronitische Mönche, Gabriel Sionites und Johannes Hesronites, welche um die Wende des XII. u. XIII. Jahrhunderts zu Paris lebten,

wo sie den Rang „königlicher Dolmetscher" inne hatten; der erstgenannte bezeichnet sich zugleich als Professor. Von ihren Lebensumständen wissen wir nur sehr wenig [1]). SIONITES hat an JAYS Bibelwerke mitgearbeitet; HESRONITES übertrug ein Fundamentalbuch der katholischen Religionslehre in das Arabische [2]). Von ihrem geographischen Wirken werden wir gleich nachher zu sprechen haben. Das maronitische Völkchen lebt zurückgezogen in den syrischen Gebirgen, wie sich denn auch unsere beiden Gelehrten als „Maronitae e Libano" bezeichnen. Ursprünglich Haeretiker, haben sich diese ganz arabisierten, aber an der alten Kirchensprache zäh festhaltenden Syrer 1445 dem römischen Stuhle unterworfen, und seit 1584 bestand in Rom ein die Beziehungen zu der entlegenen Diaspora pflegendes maronitisches Kollegium [3]), aus welchem allem Vermuten nach auch die beiden im Auslande seßhaft gewordenen Volksgenossen hervorgegangen waren [4]). Diese Maroniten, deren hervorragendster Vertreter ABRAHAM ECCHELENSIS gewesen zu sein scheint [5]), haben an ihrem Teile offenbar redlich mitgewirkt, um Orient und Okzident durch geistige Bänder enger miteinander zu verknüpfen. Ihre Bearbeitung des EDRÎSÎ verdient als ein deutlicher Ausdruck dieser Bestrebungen vermerkt zu werden.

Denn durch sie eben war man erst auf den arabischen Geographen

---

1) Wohl die beste Quelle ist noch: ADELUNG, Fortsetzung und Ergänzung zu C. G. JOECHERS Allgemeinem Gelehrten-Lexicon, 2. Band, Leipzig 1787, Sp. 1971, Vgl. auch JOECHER selbst (3. Teil, Leipzig 1751, S. 994).

2) Dichiarazione più copiosa della dottrina Christiana del Card. BELLARMINO, tradotta nella lingua arabica da G. HESRONITA, Rom 1611. Nicht zu verwechseln mit GIOVANNI ist MICHELE HESRONITES, der 1637 ebenda eine Schrift über die Kalenderreform veröffentlicht hat.

3) Vgl. POCOCKE, Beschreibung des Morgenlandes und einiger andern Länder, deutsch von J. F. BREYER und J. C. D. SCHREBER, 2. Teil, Erlangen 1771, S. 137 ff. Die maronitischen Mönche seien durchweg ungelehrte Leute. „Die Jesuiten haben ein Seminarium angeleget, sowohl um die Jugend, die nach Rom in das Seminarium geschickt wird, zuzubereiten, als auch diejenigen, welche dahin nicht geschickt werden können, zum besten der maronitischen Kirche zu erziehen". Diese Vorschule bestand im Kloster Kanôbîn.

4) Man könnte leicht auf den Gedanken kommen, die von den Jesuiten herangebildeten Maroniten wären in irgend einer Form dem Orden affiliiert gewesen. Das trifft jedoch nicht zu, denn das bekannte umfassende biographische Werk (Bibliothèque de la Compagnie de Jésus) führt die bewußten Namen nicht auf.

5) In einem epistolarischen Werke JOH. MORINS (Antiquitates Ecclesiae Orientalis, London 1682, S. 336 ff.) kommt Epistola LXVI hier in Betracht: „ABRAHAM ECCHELENSIS JOANNI MORINO mittit capita Epitomes constitutionum Ecclesiae Maronitarum quae leguntur Syriacè in eorum Ecclesiis et conversae habentur in Linguam Arabicam, modus administrandi Sacramenti Penitentiae apud Maronitas, figura Ecclesiae Maronitarum".

aufmerksam geworden. Der Orientalist JAUBERT gab [1]) eine französische Übersetzung des Werkes heraus, die zwar auch unvorteilhafte Beurteilungen erfuhr [2]), jedenfalls aber den immer noch recht wenig bekannten Schriftsteller weiteren Kreisen zugänglich machte. Hervorragende Gelehrte schätzten sofort EDRÎSÎS Leistung sehr hoch ein; so weist der italienische Historiker AMARI [3]) seiner Erdbeschreibung den ersten Platz im geographischen Schrifttum des Mittelalters an, und kein geringerer als der hervorragende Orientalist REINAUD [4]) stellt dem Werke ein gleich glänzendes Zeugnis aus mit den Worten: „pris dans son exemple, il est, comme celui de STRABON, un véritable monument élevé à la géographie". Von dem Leben des Mannes ist man auch wieder nur recht unvollständig unterrichtet, wenn schon DE SLANE [5]) und QUATREMÈRE [6]) sich viele Mühe um seine Biographie gegeben haben. Was wir im folgenden mitteilen, stützt sich auf die treffliche arabisch-französische Ausgabe [7]) der beiden niederländischen Forscher DOZY und DE GOEYE, deren Vorbericht die gesicherten Tatsachen zusammenstellt.

ABU-'ABDALLAH MOHAMMED IBN MOHAMMED IBN ABDALLAH IBN EDRIS kurz AL-EDRÎSÎ oder blos EDRÎSÎ genannt, war einer ursprünglich spanisch-arabischen Dynastenfamilie entsprossen, welche viele Jahre über Malaga herrschte, aber im XI. Jahrhundert von den Königen Granadas verdrängt und zur Auswanderung nach Afrika gezwungen wurde. Nach CASIRI [8]) wurde der Geograph um 1100 in Ceuta, der noch jetzt spanischen, aber auf marokkanischem Territorium gelegenen Stadt geboren. Größere

---

1) Géographie d'EDRISI traduite de l'arabe en français . . . par P. A. JAUBERT, 1. Band, Paris 1836, 2. Band, ebenda 1840; zugleich 5. und 6. Band einer Sammlung seltener geographischer Werke (Recueil de voyages et de mémoires).

2) So besonders bei BARBIER DE MEYNARD (Dictionnaire géographique, historique et litéraire de la Perse, Paris 1861, S. XIX).

3) AMARI, Storia dei Musulmani di Sicilia, 1. Band, Florenz 1851, S. XLIV.

4) ABULFEDA, Takwîm al boldan, ed. REINAUD-DE SLANE, 1. Band, Paris 1837, Introduction, S. CXIII ff. Der Vergleich mit STRABON stellt doch den Araber zu hoch, denn die geistvolle Darstellung des Griechen fehlt ihm.

5) Journal Asiatique, 1841, S. 373 ff.

6) Journal des Savants, 1843, S. 214 ff.

7) Description de l'Afrique et de l'Espagne par EDRISI, texte arabe publié pour la première fois d'après les manuscrits de Paris et d'Oxford avec une traduction, des notes et un glossaire, par R. DOZY et M. J. DE GOEYE, Leiden 1866. Zu bedauern ist, daß DE GOEYE nicht auch Stücke von diesem ihm so nahe liegenden Autor in seine schöne geographisch-arabische Chrestomathie (Selection from the Arabic Geographical Literature, Leiden 1907) aufgenommen hat. Eine Gesamtausgabe der sämtlichen arabisch schreibenden Geographen in irgend einer westeuropäischen Sprache wäre ein dringendes Bedürfnis.

8) CASIRI, Bibliotheca Arabica-Hispana Escuraliensis, Madrid 1760.



Reisen führten ihn durch das ganze Mittelmeergebiet, aber er ist auch einer der wenigen Araber, die einen Teil von Europa aus eigener Anschauung kennen lernten. In England dürfte außer ihm kein Reisender dieses Volkes gewesen sein. Der Normannenkönig ROGER II. (1130 – 1154), der über Neapel und Sizilien herrschte, berief den schon zu einem gewissen Ansehen gelangten Mann an seinen Hof zu Palermo, wo er schon andere Vertreter seines Volkstums antraf[1]; für seinen Fürsten verfertigte er eine Himmelskugel und eine Erdscheibe[2]) aus Silber und wurde für diese Kunstleistungen glänzend belohnt. Auf Grund seiner Studien und Reiseerfahrungen beendete er seine Erdbeschreibung, worin er das gesamte damals zur Verfügung stehende Material verarbeitete und sich insonderheit auch mit den christlichen Ländern wohl vertraut zeigte[3]).

1) Es wird dem Könige, ähnlich wie es etwas später bei Kaiser FRIEDRICH II der Fall war, nachgesagt, er habe eine ungemessene Vorliebe für seine sarazenischen Untertanen an den Tag gelegt und die Toleranz gegen sie derart bis zur Intoleranz getrieben, daß er den Übertritt der Musulmanen zum Christentum verbot.

2) Man darf annehmen, daß dies eine Art „Radkarte“ war (PESCHEL-RUGE, Geschichte der Erdkunde bis auf A. v. HUMBOLDT und C. RITTER, München 1877, S. 101). Daß die Araber die Kugelgestalt der Erde mit allen ihren Konsequenzen kannten und recht wohl befähigt gewesen wären, lange vor MARTIN BEHAIM auch künstliche Erdkugeln herzustellen, unterliegt keinem Zweifel (s. GÜNTHER, Die Lehre von der Erdkrümmung und Erdbewegung bei den Arabern und Hebräern im Mittelalter, Halle a. S. 1877).

3) Eine Reihe von Angaben über EDRÎSÎ bringt die Darstellung bei PESCHEL-RUGE (s. o.). Der Marokkaner kennt verhältnismäßig gut die nördlichen Länder; die Namen Dänemark, Schweden, Norwegen, Finnmarken sind ihm geläufig (a. a. O., S. 105ff.); auch von den Färöern und von einem jenseits liegenden Groß-Irland (Island) hat er eine Ahnung. Die europäischen Vulkane kennt er, der zum Sizilianer gewordene Maure, natürlich sehr gut, und er ist anscheinend der erste, der der steten Unruhe des Stromboli-Berges Erwähnung tut (a. a. O., S. 149ff.). In Afrika weiß er besser wie viele andere Bescheid, obwohl er den Nigir, der ihm zufolge aus dem gleichen Binnensee wie der Nil seinen Ursprung herleitet, von Osten nach Westen fließen läßt (S. 143ff.). Seine Erdkarte hat freilich zu einer schlimmen Verirrung der mittelalterlichen Kartographie beigetragen, indem mit auf sie die falsche Vorstellung zurückgeht, daß Ostafrika von der Babelmandeb-Enge an ganz nach Osten verlaufe, daß der Indische Ozean somit nahezu ein geschlossenes Binnenmeer sei. Die mit Namen angeführten Städte Berbera, Melinde, Mombassa, Sofala (a. a. O., S. 122ff.) haben somit eine ganz unrichtige Lage angewiesen erhalten, weil man eben nicht glauben wollte, daß sie der „unbewohnbaren“ heißen Zone angehörten. An und für sich geht ja diese Verirrung auf PTOLEMAEUS zurück, dessen Karten durch A. E. v. NORDENSKIÖLDS „Faksimile-Atlas“ jetzt allgemein zugänglich geworden sind, aber die ortskundigen Araber trifft bezüglich der Konservierung des Wahnes ein schwererer Vorwurf, zumal da sich doch auch ein ALBERTUS MAGNUS gegen die naturwissenschaftlich unhaltbare Lehre von der „Zona inhabitabilis“ erklärte.

Ein zweites geographisches Werk, das seiner Feder zu danken war, ist nicht auf uns gekommen, wurde aber von seinem Nachfolger ABULFEDA benützt. Alles in allem nimmt somit EDRÎSÎ, auch wenn man sich von jeder Überschwänglichkeit ferne halten will, eine achtunggebietende Stellung unter den mohammedanischen Geographen des Mittelalters ein.

Die Stoffeinteilung, wie er sie sich zurecht gelegt hat, weicht von derjenigen, die für unsere moderne, auf natürliche territoriale Einheiten abzielende Länderkunde charakteristisch ist, so weit wie nur möglich ab. Die bewohnte Erde, die sogenannte Oekumene, wird nämlich durch Parallelkreise in sogenannte Klimate zerteilt[1]), und jedes Klima wird dann zusammenhängend gekennzeichnet, so daß also Länder zusammengeworfen werden, die an und für sich gar nichts miteinander zu tun haben, die vielmehr lediglich das gemein haben, daß sie angenähert unter gleicher geographischer Breite liegen. Deutschland, das uns am meisten interessiert, kommt immerhin bei dieser Anordnung leidlich weg. EDRÎSÎ hat von vielen deutschen Städten gehört oder gelesen, deren Namen freilich oft derart verstümmelt sind, daß nur schwer die Wirklichkeit erkannt werden kann. Als die wichtigsten aber sind ihm, so möchte man wenigstens seinem Texte entnehmen, die folgenden erschienen: Mainz, Utrecht, Regensburg, Wien und — Ehingen[2]). Welcher Zusammenhang ihn bei seiner emphatischen Schilderung des allerdings mit seinen vielen Türmen landschaftlich schön am hohen Donaurande gelegenen Städtchens geleitet

1) Nach altgriechischer Sitte hat das Wort „Klima" nicht sowohl eine physikalisch-geographische, sondern vielmehr eine mathematisch-geographische Bedeutung. Die Grenzkreise einer solchen Zone werden nämlich derart bestimmt, daß sich für sie die Dauer des längsten Tages im Jahre immer um eine halbe Stunde unterscheidet. Das „erste", am Äquator beginnende Klima hätte sonach die Zeitgrenzen 12^h und $12^h 30^m$, das zweite $12^h 30^m$ und 13^h usw. So freilich konnte man im Altertum nicht vorgehen, weil ja die „Zona inhabitabilis" außer Betracht fiel. Das erste Klima nahm deshalb erst beim Wendekreise des Krebses seinen Anfang. „Incipit", so erfahren wir bei unserer Vorlage (S. 6), „clima istud ex parte occidentis, a mari occidentali, quod appellatur mare tenebrarum, estque illud, ultra quod quid sit ignoratur". Dieses „Dunkelmeer" am Kap Bojador, das seinen Namen mit Recht trägt, weil zu der durch kaltes Auftriebswasser bewirkten Lufttrübung noch häufige Zufuhr von Wüstenstaub hinzutritt, bildete lange Zeit das schlimmste Hindernis für die portugiesischen Entdeckungsfahrten. Die einschlägigen Formeln hat etwa hundert Jahre nach EDRÎSÎ sein Landsmann MAHMUD AL-GAGMÎNÎ genauer als der ältere, auch im Westen viel gelesene ALFRAGANUS (AL-FERGHANÎ) abgeleitet.

2) Die am Ostufer — das stimmt nicht — liegende schwäbische Stadt wird „Eskindja" genannt. Sie ist groß, schön, blühend, gut bevölkert und sehr angenehm gelegen, von quellenreichen Gärten umgeben. Die Notiz, sie sei vom Ursprunge der Donau zwölf Meilen entfernt, dient dazu, alle Bedenken hinsichtlich der Identität zu beseitigen.

haben mag, entzieht sich wohl für immer unserer Einsicht; vielleicht traf er einmal mit einem begeisterten Schwaben zusammen.

Wie kam es nun, daß der, mit DOZY-DE GOEYE (s. o.) zu sprechen, „magere Auszug“ 1), den unsere beiden Maroniten besorgten, den Mauretanier zum nubischen Geographen stempelt? Da, wo derselbe den Nil beschreibt, gebraucht er eine Wendung, welche die Herausgeber so auffaßten: „Er teilt unser Land“. Tatsächlich jedoch lag eine inkorrekte arabische Lesart vor, und wenn man die aus besseren Handschriften sich ergebende Verbesserung anbringt, so lautet die Stelle: „Der Strom teilt jenes Land“. Nur ein Schreib- oder Lesefehler lag demgemäß der irrigen Hypothese über die Heimat des EDRÎSÎ zugrunde, auf die uns später der Zusammenhang wieder zurückführen wird.

Eine Zueignung der Maroniten richtet sich an den Bischof WILHELM DU VAIR, „Regi Christianissimi a sacris Franciae Sigillis“. Die wahre Ursache der vorliegenden Veröffentlichung sei JACOB THUANUS, der treffliche Gelehrte 2), gewesen, der die aus fremdem Lande nach Paris Gekommenen höchst wohlwollend aufgenommen habe. Er erteilte ihnen den Rat, ihre in Rom (s. o.) veröffentlichte „arabische Geographie“ lateinisch aufs neue herauszugeben. Der berühmte SCALIGER 3) habe sich dieser Empfehlung eifrig angeschlossen. Dazu habe ihnen dann FRANÇOIS SAVARY, der früher als königlicher Gesandter in Rom lebte und die Übersiedlung der Übersetzer nach Paris veranlaßte, seine an arabischen Handschriften reiche Büchersammlung zur Verfügung gestellt. Einer emphatischen Lobpreisung

1) Geographia Nubiensis id est accuratissima totius orbis in septem climata divisi descriptio, continens praesertim exactam universae Asiae, et Africae, rerumque in iis hactenus incognitarum explicationem. Recens ex Arabico in Latinum versa a GABRIELE SIONITA Syriacarum, et Arabicarum literarum Professore, atque Interprete Regio, et JOANNE HESRONITA, earundem Regio Interprete, Maronitis. Parisiis, ex Typographia HIERONYMI BLAGEART, prope Collegium Rhemense. MDCXIX, Cum Privilegio Regis. Den 55 Seiten dieser Schrift schließt sich sofort der EDRÎSÎ-Text in lateinischer Version selber an, und zwar erscheint er in folgender Titelfassung: „Liber relaxationis animi curiosi, in quo describuntur plagae, termini, provinciae, insulae, urbes, religionesque“. Der Kodex, an den sich die Maroniten halten mußten, war nicht mustergültig, und demzufolge konnte auch die lateinische Bearbeitung, so verdienstlich sie unter den gegebenen Verhältnissen auch war, nicht den von uns heute zu stellenden Ansprüchen Genüge leisten.

2) JAKOB AUGUST DE THOU oder THUANUS (1553–1617) war einer der ersten Historiker und Politiker seines Zeitalters, die rechte Hand HEINRICHS IV. („Henricus Magnus“ nennen ihn die Maroniten) beim Erlaß des Ediktes von Nantes.

3) Gemeint ist der große Altertumsforscher JOSEPH JUSTUS SCALIGER (1540 bis 1609), der zumal auf den Gebieten der Chronologie und Münzkunde — minder glücklich war er als Dichter und Mathematiker — unvergängliche Leistungen hervorbrachte. S. GÜNTHER, Geschichte der Mathematik, 1. Teil, Leipzig 1908, S. 377, S. 381.



des französischen Volkes, welche auch einem Nationalfranzosen nicht begeisterter hätte gelingen können, folgt ein Überblick über das in dem Buche selbst Gebotene. Von Europa sei es am besten, zu schweigen, denn da könne man den „Galliern“ doch kaum etwas mitteilen, was sie nicht schon wüßten, aber diese seien auch, in den verschiedensten Stellungen, über die ganze Erde verstreut, und so hätten sie naturgemäß für Geographie das lebhafteste Interesse. König LUDWIG XIII. möge mit mehr Glück vollbringen, was sein großer Vorfahr LUDWIG IX. erfolglos angestrebt, nämlich die Befreiung Palästinas und Syriens aus der Zwingherrschaft der Muselmänner.

Neben dieser Widmungsepistel steht die an den Leser sich richtende Vorrede. Bestimmend waren, so erzählen sie, für die beiden aus dem fernen Asien nach Paris verpflanzten Herausgeber die ihnen von den besten Männern, dem Kardinal PERRONIUS, THUANUS, SCALIGER, CASAUBONUS [1]) und dem Leidener Orientalisten ERPENIUS zugekommenen Anregungen. „Nuba noster“, d. i. eben EDRÎSÎ, habe einen trefflichen Abriß der Geographie geschrieben: doch fehle es auch nicht an Unrichtigkeiten, die man ihm aber durchaus nicht allein zur Last legen dürfe. Neben unzureichenden Erkundigungen und anderen Mängeln, die auch teilweise in der Ungleichheit der von verschiedenen Schriftstellern angewandten Längenmaße begründet sein könnten, spielten wohl auch natürliche Bodenveränderungen ihre Rolle — diese eine treffende Auffassung des Wesens der historischen Geographie kennzeichnende Bemerkung stellt dem Urteile der Verfasser kein schlechtes Zeugnis aus. „Incubuere maria tam long oaevo“, sagen sie, „alibi processere litora: torsere se et fluminum, aut correxere fluvios“. Da wird also auch auf das Eingreifen des Menschen angespielt. Die Herausgeber stellen sich das Zeugnis aus, sie hätten nach Kräften sich bestrebt, alle Fehler auszumerzen, namentlich auch die aus unrichtiger Lesung des arabischen Textes entsprungenen; allerdings nur insoweit, als es ihnen die theologischen Studien, die ihre eigentliche Aufgabe seien, gestattet hätten, und so bleibe für den Scharfsinn des Lesers noch mancherlei zu tun übrig. Im Bereiche des Orients hätten sie sich ja ganz sicher gefühlt, aber ob sie alle Ortsnamen in Europa, wo sie nun einmal weniger zu Hause seien, richtig gelesen hätten, das stehe dahin. Es folgen einige Bemerkungan über den arabischen Autor selbst, von dem SIONITES und HESRONITES nur so viel wissen als sich aus seinen

1) ISAAK DE CASAUBON, latinisiert CASAUBONUS (1559—1640), hat in den Noten, womit er seine Edition des Briefwechsels des Kirchenvaters GREGOR VON NYSSA begleitete, die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf die Geographie des EDRÎSÎ gelenkt, den er ganz mit Recht für einen mohammedanischen Araber erklärte.



eigenen Äußerungen „im vierten Klima“ schließen läßt. Sonderbarerweise halten sie ihn, im Gegensatze zu CASAUBONUS (s. o.), für einen Christen, weil er, was für den an einem duldsamen Hofe lebenden Schriftsteller sich von selbst versteht, von Christus und Maria in achtungsvollen Ausdrücken spricht. Dergleichen könne man sonst bei Anhängern des Propheten nicht zu lesen bekommen. Wahrscheinlich handle es sich also um einen aus dem Nillande stammenden Christen (Kopten), und zwar habe CASAUBONUS an einen Ägypter gedacht; „nos tamen praefatis verbis primum diligentius ponderatis, ex iis deprehendimus aliquam indicari ab Authore differentiam inter Aegyptum, ac terram quam suam esse dicit: deinde topographia Nubiae, quam Geographus idem ultra lineam aequinoctionalem protendi, et ejusdem Aegyptiaci Nili aquis priusquam irrigari docet, attente considerata, haut dubitanter affirmamus fuisse illum patria Nubiensem“. Daß diese spitzfindige Herkunftsbestimmung ihr Ziel arg verfehlt hat, ist oben schon hervorgehoben worden.

Damit sind wir also bei den Texten selbst angelangt und haben vor allem festzustellen, wie sich die beiden — auch besonders und getrennt paginierten — Bestandteile des vorliegenden Bandes [1]) zu einander verhalten. Da scheint nun bisher noch nicht wahrgenommen worden zu sein, daß der erste Teil mit EDRÎSÎ direkt gar nichts zu tun hat, sondern eine selbständige Arbeit der beiden Maroniten darstellt, die somit auch für sich allein die Bezeichnung geographischer Schriftsteller verdienen. Natürlich ist die Schrift, die von ihren Verfassern selbst als ein Anhang zu ihrer Ausgabe des „Nubiers“ bezeichnet wird [2]), tatsächlich aber diese einleitet, nur eine Kompilation, aber doch eine mit Sachkenntnis gefertigte, die ihren Zweck, Europäern eine gewisse Kenntnis von einem fast unbekannten, ja sogar heute noch recht wenig bekannten Lande zu vermitteln, recht wohl erreichen mochte. Da dieselbe [3]) die früher ausge-

1) Es läge wohl an sich die Vermutung nicht ferne, daß nur zufällig beide Teile im gleichen Bande vereinigt worden seien. Dem widerspricht jedoch völlig das ganze Aussehen des dieser Erörterung zur Grundlage dienenden Exemplars (A. Or. 639, 4⁰ der Münchener Hof- und Staatsbibliothek), welches, nebenbei bemerkt, auch eine in eleganter lateinischer Schrift abgefaßte Widmung des „GABRIEL SIONITA“ vom 23. August 1625 enthält.

2) Der Sondertitel ist: „De nonnullis Orientalium urbibus, nec non Indigenarum Religione ac moribus tractatus brevis a ...... Nubiensi Geographiae adjectus“.

3) Sie ist später noch einmal aufgelegt worden als Teil eines Sammelbandes, der auch dem Gedächtnis unserer Zeit entschwunden zu sein scheint und deshalb unten noch eigens besprochen werden soll. Dieser erschien 1635, in Duodez, in der berühmten Amsterdamer Verlagsbuchhandlung von WILHELM und JOHANN BLAEU. Diesmal lautet die Aufschrift des Titelblattes: „Arabia, seu Arabum vicinarum gentium Orientalium leges, ritus, sacri et profani mores, instituta et historia.

sprochene Ansicht[1]), daß die Maroniten auch in der Geschichte der Erdkunde eine Erwähnung beanspruchen dürften, nur zu bekräftigen geeignet ist, so soll eine kurze Analyse ihres Inhaltes hier ebenfalls eine Stelle finden.

Der Vorbericht hat in den beiden Ausgaben, deren die Randnote gedenkt, nicht durchweg übereinstimmenden Wortlaut, woraus wir folgern zu dürfen glauben, daß die Verfasser anno 1635, als man von ihnen die Aufnahme ihrer arabischen Länderbeschreibung in das auf holländischem Boden entstandenen Sammelbändchen verlangte, noch am Leben waren und eine Abänderung sowohl der Titelworte, wie auch der ersten Sätze der Vorrede für zweckmäßig erachteten. Tief greift ja die Änderung nicht, wie die folgende Gegenüberstellung (links 1619, rechts 1635) dartut:

„Cum nostram geographiae Arabicae Latinam versionem, plerisque amicorum gustandam dedissemus, quidam illorum quibuscum arctiori necessitatis vinculo juncti eramus, monere atque hortari videbantur, ut quod ad operis summam deesse crediderant, orientalium conditiones, statusque recentiores, brevi narratione complecteremur."

„Multi nos saepius monuerunt atque hortati sunt, ut Orientalium conditiones, statusque recentiores, brevi narratione complecteremur."

Vom zweiten Satze an ist die Identität eine vollständige. Als Quellen dienten vorzugsweise drei arabische Gelehrte: JACUB BEN - SIDI AALI (über die Dogmatik der Moslemin), JUSUF BEN - ABDILLATIF (Genealogie berühmter Männer) und MOHAMMED BEN - CASEM („Garten der Ergötzlichkeiten"). Andere Autoren seien gleicherweise gelegentlich herangezogen worden. Die drei genannten gehören auch gerade nicht zu den Klassikern der arabischen Literatur[2]), und so erhalten die siebzehn Kapitel[3])

Accedunt praeterea varia per Arabiam itinera, in quibus multa notatu digna enarrantur." Die zweite Abteilung rührt nicht von den Maroniten her.

1) GÜNTHER, Geschichte der Erdkunde, Wien-Leipzig 1904, S. 52.

2) Näheres über ihn enthält das Vorwort eines ziemlich unzugänglichen, Werkes (Contextio Gemmarum, sive EUTYCHII Patriarchae Alexandrini Annales, Illustr. JOHANNE SELDENO, τοῦ μακαρίτου, chorago, Interprete EDWARDO POCOCKIO ... Oxford 1658.

3) Nachstehend geben wir die Kapitelüberschriften. I. Arabiae et Arabum nomen atque origo, et eorundem mores, vestes, ac cibi. II. Bagdhadi situs, Reges, ac viri nonnulli illustres. III. De Bochara Avicennae patria. IV. Damasci nomina, Descriptio, Ubertas terrae, atque viri illustres. V. Haleppi encomia, situs, emporium, merces, portus atque mercatores. VI Libani ethimon, laudes, Cedri descriptae, Vina, loca munita, flumina, veteres ac novi incolae, ubi de Maronitis atque eorum Patriarcha. VII. De Mecca, ejus Dominio ac territorio, deque templo ipsius origine, structura, sacrificiis, et ad illud peregrinationibus. VIII. Medinae ethimoogia, Mohammedis origo, fraus, dominium, sepulchrum, uxores, liberi, socii; atque dissentio inter Persas ac Turcas. IX. De Metsr seu Alcairo, ejusque animalibus, segetibus, incrementi Niliaci signis miris, pullis, columbis, ac incolarum vestibus.



des Traktates hie und da einen etwas anekdotenhaften Anstrich. Man hat sich auch eben immer gegenwärtig zu halten, daß der Begriff der Geographie damals noch immer kein fester und klarer war, und daß selbst in höher stehenden Werken die Länderkunde zumeist als ein buntes Durcheinander von wirklicher Geographie, Geschichte und Raritätenerzählung sich darstellt. Die große Reformperiode eines CLÜVER und VARENIUS befand sich erst im Vorbereitungsstadium.

Trotzdem wird man nicht verkennen, daß in einer Zeit, welche von mohammedanischen Ländern und Völkern nicht viel mehr wußte, als daß man ihnen Haß und Feindschaft entgegenzubringen verpflichtet sei, die lebendigen und in der Hauptsache wahrheitsgetreuen Schilderungen der Maroniten viel Nutzen stiften konnten. Die Leser werden auch mit berühmten Repräsentanten des arabischen Geisteslebens bekannt gemacht; sie hören von einem ALFARABIUS, AVICENNA, MOHAMMED ALKHWARIZMI, dem damals dem Westen noch ganz fremden großen Mathematiker [1]), und von anderen berühmten Philosophen, Ärzten und Astronomen des Orients. Daß die religiösen Fragen im Vordergrunde stehen, ist nicht verwunderlich, aber es werden auch über Landeseigentümlichkeiten Mitteilungen von nicht gerade alltäglichem Gepräge gemacht. Am besten kommt Ägypten weg („Metsr seu Alcairo"). Seine vom „salzigen" Nil abhängige Fruchtbarkeit, seine Tierwelt, die künstliche Ausbrütung der Hühner („pulli absque gallinis producti"), die Eigentümlichkeiten der Nilüberschwemmung, das Wunder der Brieftauben („Columbae Tabellarii officio fungentes") kommen zur Sprache [2]). Erhöhte Zuverlässigkeit ist natürlich auch den Angaben über das Heimatland der Maroniten (Kap. VI) zuzuerkennen, von dem eine Skizze in glühenden Farben entworfen wird; den berühmten Zedern wird

X. De Tripolis nomine, ubertate, balneis, ac Templis. XI. De variis Orientalium vestibus, Ornatuque ac feminarum luxu. XII. Varia circa Orientalium cibi ac potus proponunter. XIII. De linguis variis Orientalium, ac praesertim, de Arabica, ubi de scriptoribus Arabicis. XIV. De Orientalium, Moslemannorum praesertim, dogmatibus. XV. De Moslemannorum praeceptis. XVI. De Moslemannorum atque Christianorum funeribus. XVII. Quaenam sit Mohammedanorum de Deo, de Christo, deque Virgine doctrina et opinio. Die Kapitel VI und VII haben in der Quart- und Duodezausgabe ihren Platz getauscht, und letztere weist vor den Worten „De Mecca" noch diese auf: „Arabiae desertae limites".

1) Quartausgabe, S. 41; Duodezausgabe, S. 63: „MOHAMMED ABU-RIHAN CHOVAREZMITA de canone in mathesis ac astrorum intelligentiam anno 421 (der Hedschra, also 1043 n. Chr.; freilich um zwei Jahrhunderte zu spät).

2) Unter dem naturhistorischen Gesichtspunkte muß die Entschiedenheit anerkannt werden, mit welcher die aus der Naturgeschichte des PLINIUS (lib. XXVIII, cap. 8) entlehnten und immer wieder aufgewärmten Fabeln über das Chamäleon, von dem eine ersichtlich auf Autopsie beruhende Beschreibung gegeben wird, zurückgewiesen werden.



entsprechendes Lob gespendet. Daß die Worte „Arabien" und „Araber" in weiterem Sinne gebraucht werden und sich nicht bloß auf die Halbinsel beziehen, wird bei Männern nicht wundernehmen, deren Muttersprache ja selbst die arabische war [1]).

Unsere Darlegung wird ergeben haben, wie enge das Werk EDRÎSÎS, zu dessen voller Würdigung erst das XIX. Jahrhundert durchgedrungen ist, mit dem Übersetzerpaar SIONITES und HESRONITES verbunden erscheint. Beide haben sich um den hervorragenden maurischen Geographen, mochten sie in ihm auch fälschlich einen nubischen erblicken, und überhaupt um die Einbürgerung besseren Verständnisses der dem Islam zugetanen Ostländer bei den westlichen Völkern unleugbare Verdienste erworben. Deswegen war es auch angezeigt, ihr so gut wie ganz entschwundenes Gedächtnis wieder aufzufrischen.

---

1) Der Vollständigkeit halber sei noch eine kurze Zusammenstellung der übrigen Teile angefügt, aus denen sich das BLAEUsche Sammelwerkchen zusammensetzt. Wir verzeichnen: I. De moribus atque institutis Turcarum Arabum, aliarumque, quae Mahumedem sequuntur, gentium. Operâ et studio CHRISTOPHORI RICHERII Cubicularii Regii, et Cancellario Franciae a secretis (S. 81—195); II. Excerpta ex LUDOVICI GODOFREDI Archontologia Cosmica (S. 196—208); III. Arabiae Topographia et alia, ex ADRIANI ROMANI Theatro Urbium Excerpta (S. 209—222); IV. WOLFGANGI DRECHSLERI Historia Arabum (S. 223—241); V. Appendix sive excerpta ex MUHAMMEDIS ALFRAGANI Astronomicis. Ex versione clari viri J. G." — sonder Zweifel JAKOB GOLIUS — (S. 242—247). GOLIUS, den man mit Unrecht für einen Mönch erklärt hat, und der zuerst als Gesandtschaftsattaché Marokko (1622—1624), später als Reisender auf eigene Rechnung Vorderasien gründlich kennen gelernt hatte, lehrte später die orientalischen Sprachen an der Universität Leiden, wo er 1567 im Alter von ungefähr 70 Jahren verstarb. Sein Hauptwerk ist die lateinische Bearbeitung der Astronomie von ALFRAGANUS (Amsterdam 1669). GOLIUS ist der erste Gelehrte, der in Mathematik und semitischer Sprachkunde gleichmäßig zu Hause war.



Beiträge zur Geschichte des Emails und der modernen Emailliertechnik.

Von

Ing. Chem. JULIUS GRÜNWALD in Lafeschotte.

Das Überziehen von Körpern, insbesondere von Metallen mit Email ist schon lange bekannt. Wenn wir das heutige Email wissenschaftlich in Kürze als ein häufig durch Metalloxyde gefärbtes Boronatron-Kalium-Aluminiumsilikat bezeichnen müssen, so verdient die nachfolgende von CLAUDIUS POPELIN [1]) gegebene Definition erwähnt zu werden, indem dieselbe trotz ihrer Langatmigkeit als höchst anschaulich bezeichnet werden kann: „Das Email ist ein bei niederer Temperatur schmelzbares Glas, das im allgemeinen zusammengesetzt ist aus einem Gemisch von Boraten und Silikaten. Dieses ursprünglich ungefärbte Gemisch verbindet sich unter dem Einflusse einer pyrotechnischen Operation mit der größten Leichtigkeit mit allen oder fast allen Metalloxyden und erreicht dadurch je nach der Natur des Oxydes verschiedene lebhafte oder abgetönte Färbungen, welche der Emailleur nach seinem Belieben variieren kann und welche ihm die allerreichste Palette zur Verfügung stellen."

Das Überziehen von gebrannter Tonware, Porzellan etc. mit einem Emailflusse rührt historisch schon aus der Zeit der Erfindung des Glases her.

Aber erst seit der Zeit, da man dazu übergegangen war, Metalle, insbesondere Gold-, Silber- und Kupferschmucksachen zu emaillieren, begann man sich für die Frage des Kunstemails und dessen Fabrikation zu interessieren.

Farbemaillierte Tonwaren wurden in den Ruinen von Theben gefunden. Ebenso wiesen manche Gebäude in altägypt. Städten emaillierte Fassadeziegel auf.

PLINIUS, der ältere, belehrt uns, daß die Ägypter schon Silbervasen mit Emailbildern zu schmücken verstanden. Von den Ägyptern wurde die Emallierkunst den Griechen und von diesen den Römern überliefert.

1) CLAUDIUS POPELIN, L'art de l'Email, Tours 1868.

BRONGNIART in seinem fundamentalen Werke „Traité des arts céramiques" behauptet, daß die Emaillierkunst ihren Weg nach Italien über Arabien, Spanien und die balearischen Inseln genommen habe. Durch die Kriegszüge der Römer fand die Kunst in England, Gallien und Deutschland Eingang. Zahlreich sind die Beweise der ersten Anfänge der Kunst in Deutschland (Merovingerzeit), Frankreich und England. Im Museum zu Oxford befindet sich ein emaillierter Schmuck, der in Somersetshire gefunden wurde und seiner Inschrift nach aus der Zeit Alfred des Großen herrührt. Ebenso haben wir Belegstücke normannischen Ursprungs. Vom 4. bis zum 11. Jahrhundert findet unsere Kunst ihre Hauptstätte in Byzanz, um von hier aus sich neuerdings nach Italien, Frankreich (Limoges) und Deutschland (Köln) zu verpflanzen.

Es würde zu weit führen, hier auf die bekannten Herstellungsarten der emaillierten Kunstgeräte einzugehen. Es sei nur kurz folgendes rekapituliert:

Man unterscheidet in der Emaillierkunst angewendet auf Edelmetalle oder Kupfer folgende Abarten:

Email cloisoné (Zellenschmelz) oder auch als byzantinisches Kunstemail charakterisiert. Die Konturen der Zeichnung werden durch kunstvoll aufgelötete dünne Metallstreifen hergestellt, die durch diese Zwischenwände enstehenden Zellen mit entsprechenden Emails ausgefüllt und im Muffelofen eingebrannt, bezw. hierauf poliert.

Email champlevé oder Grubenschmelz charakterisiert die französische Schule (Limoges). Hier werden die Konturen der Zeichnung dadurch hergestellt, daß man Gruben in der Metallplatte aushöhlt und nur die Konturen der Zeichnung in Form von dünnen Zwischenwänden stehen läßt.

Als „Emair translucide" oder italienisches Email bezeichnet man jene Ausführungsform, bei welcher in der Regel in Silber die Konturen der Zeichnung eingraviert wurden und hierauf der ganze Gegenstand einen dünnen Überzug eines durchsichtigen, gefärbten Emails erhielt. Je nach der wechselnden Tiefe der Gravierung war der Effekt nach dem Emaillieren an einzelnen Stellen ein verschiedener.

Endlich sprechen wir noch von „gemalten Emails" oder „Email peint", wobei wir 2 Epochen unterscheiden können. Die erste Epoche ist bekannt als „Alt-Limoger Stil" aus der Zeit Franz I. (1515—1547). Die Emailplatte, zumeist schon aus Kupfer hergestellt, wurde mit einem dunklen (schwarz, blau, grau) Emailflusse überzogen. Nach dem Einbrennen desselben wurden die Figuren mit weißem Email entsprechend

1) Neuere Untersuchungen beweisen die Existenz einer gallischen, selbständigen Emailindustrie für Bronze, bezw. Schmucknadeln in der La Tène-Zeit. Vgl. z. B. WIEDMER-STERN das gallische Gräberfeld bei Münsingen, Bern 1908 S. 28ff. u. S. 88.



dem Relief der darzustellenden Körper schwächer oder stärker aufgesetzt und erweckten so den Eindruck von Halbreliefs (Bas-relief).

Die 2. Epoche des „Email peint" stellt eine Degeneration der ersten Epoche dar. Es ist dies der sogenannte „Miniaturstil", erfunden um die Mitte des 16. Jahrhundertes von JEAN TONTIN, einem Goldschmiede von Châteaudun und zu außerordentlicher Blüte gebracht durch den berühmten Miniaturmaler JEAN PETITOT (1607—1690). Über den Ursprung des Wortes „Email" herrschen zum Teil widerstreitende Ansichten.

LABARTE will in dem „glänzenden" Gegenstande „Haschmal", von dem in den Visionen EZECHIELS die Rede ist, den Ursprung des Ausdruckes „Smaltum" erblicken. Ob der von HOMER, von HESIODUS und SOPHOKLES mehrfach zitierte Körper „electron" synonym mit „Email" ist noch nicht einwandfrei bewiesen[1]).

Das Wort „Smaltum" finden wir zum erstenmale im 9. Jahrhundert und es liegt viel näher dasselbe vom althochdeutschen „smelzan, smaltzan" das heißt „Schmelz" oder „schmelzen" abzuleiten[2]).

Noch im 11. Jahrhundert finden wir den Ausdruck „Electron" für Email in einem berühmt gewordenen Werke des Mönches THEOPHILUS[3]).

In dem Maße als das Kunstemail des Altertums und des Mittelalters an Verwendungsgebiet zunahm, ging man von der Emaillierung auf Gold und Silber zur Emaillierung von Kupfergeräten über.

Im 18. Jahrhundert ist ein vollständiger Verfall der Emaillierkunst zu konstatieren, wenn wir von der hier und da noch betriebenen Miniaturmalerei auf Dosen etc. absehen, was strenge genommen wenig mehr mit der alten Kunst zu tun hatte.

Die bisherige flüchtige Schilderung aus der Geschichte des Kunstemails als Vorläuferin unserer heutigen Emailliertechnik ist umso unerläßlicher, als sich daraus der progressive Übergang von der Emaillierung von Gold zu Silber und Kupfer ergibt und es nunmehr nahelag, auch das Eisen in das Verwendungsgebiet einzubeziehen.

Dem 19. Jahrhunderte, dem Zeitalter der bedeutendsten sozialen, kulturellen und technischen Umwälzung Europas war es vorbehalten, die Kunst des Emaillierens zu neuer Bedeutung zu erwecken. Die Emaillierkunst wurde zur Emailindustrie.

---

1) Electron hatte im Altertume eine doppelte Bedeutung: Ursprünglich verstand man darunter Schmuckgeräte aus einer Gold-Silberlegierung hergestellt. Es scheint, als ob die von Plinius dem älteren erwähnte emaillierte Vase eine Gold-Silberlegierung als Grundlage hatte. Der Kaiser JUSTIANIAN I (518—527) sandte dem Pabst HORMISDAS (514—523) ebenfalls eine emaillierfe Vase (gabatum electrinam). Hier erscheint das Wort „electron" zum erstenmale als Adjectif angewendet. (Vgl. oben S. 94 in dem Aufsatze von LIPPMANN Red.)

2) E. MOLNIER. L'Emaillerie, Paris 1891.

3) Diversarum artium schedula (Abhandlung über versch. Künste).



Was konnte im Zeitalter der Kohle, des Dampfes, des Eisens und des Stahles näher liegen als die halbvergessene Kunst des Emaillierens durch Anwendung derselben auf Eisengeräte unseren modernen Bedürfnissen anzupassen?

In der Entwicklungsgeschichte unserer heutigen Eisenemaillierkunst, oder richtiger gesagt der modernen industriellen Eisenemailliertechnik können wir bezüglich des verwendeten Eisenmaterials von zwei Epochen sprechen, nämlich der ursprünglich ausschließlichen Emaillierung von Guß eisen, und der neueren Emaillierung von Stahlblech. Beide Epochen sind wiederum gekennzeichnet durch zweierlei Art der Emailliertechnik, welcher sich in der letzten Zeit sogar eine dritte Technik hinzugesellt hat. Die älteste und ursprüngliche Emailliertechnik in bezug auf Eisen bestand in dem sogenannten „Aufpudern" oder „Pudern" des Emails. Der sorgfältig gereinigte und gebeizte Eisengegenstand wurde im Muffelofen zur Rotgluht erhitzt und hierauf auf denselben das feingemahlene, trockene Email [1]) mittelst eines feinmaschigen Siebes aufgepudert, bis die nötige Stärke des Überzuges erreicht war. Der emaillierte Gegenstand wurde hierauf neuerdings in den Ofen und das Email zum Schmelzen gebracht. Häufig wurde zuerst eine sogenannte „Grundmasse" oder ein „Grundemail" aufgepudert.

Die bei dem Puderverfahren, insbesondere auf Gußeisen zur Verwendung gelangenden Emails mußten naturgemäß relativ leicht schmelzbar sein.

Die Arbeitsmethode war eine kostspielige. Dazu kam noch die unvollkommene Konstruktion der ersten Muffelöfen mit direkter Feuerung, die Kostspieligkeit der Beizsäuren, Emaillerohmaterialien, wie Borax, Soda und Salpeter und anderes mehr.

Die erste Epoche dürfte um 1840 herum beginnen und bis 1860 reichen. Um diese Zeit begann man in Österreich und Deutschland sich mit der Emaillierung von Eisenblechwaren zu beschäftigen.

Man verstand um diese Zeit die Geschirre nur innen zu emaillieren. Die äußere Fläche und der Rand wurden schwarz gefärbt. Man brannte ursprünglieh den emaillierten Gegenstand einzeln und in Muffelöfen von kleinen Abmessungen ein. Mittelst Zangen schob man den Gegenstand allmählich von der kälteren, vorderen Zone des Ofens in die heißere rückwärtige.

Im Jahre 1851 erschien das erste Handbuch der Gußeisenemallierkunst von MORITZ VOGELGESANG bei VIEWEG in Braunschweig. Trotz mancher uns heute veraltet anmutenden Ansichten und Behauptungen des

1) Vgl. S. 130.



genannten Verfassers bietet uns dieses Werkchen schon eine Fülle richtig erkannter Eigenschaften der Rohmaterialien. Der Wert dieses von einem zweifeillos hervorragenden Fachchemiker geschriebenen Büchleins ist ein vielfach höherer als der manches später geschriebenen Werkes. Wir entnehmen daraus, daß man um 1850 herum stellenweise schon zur Naßemaillierung von Gußeisengeräten übergegangen war.

Interessant ist ein Vergleich der Preise der wichtigsten Emaillerohmaterialien von damals und heute:

		1850	1908
100 kg venetianischer oder auch französ. Borax	kosteten	ca. 190,— Mk.	ca. 34 Mk.
„ „ feingemahlener Quarz	„	„ 9,— „	„ 4 „
„ „ „ Feldspat	„	„ 9,— „	„ 5 „
„ „ feingeschlämmter Ton	„	„ 4,40 „	„ 3 „
„ „ käufliches Zinnoxyd	„	„ 420,— „	„ 360 „
„ „ selbstbereitetes Zinnoxyd	„	„ 348,— „	„ 340 „
„ „ wasserfreie Soda	„	„ 126.— „	„ 12 „
„ „ Natronsalpeter	„	„ 60,— „	„ 29 „
„ „ rauchende Schwefelsäure	„	„ 60,— „	„ 8—10 „
„ „ Steinkohle	„	„ –,30 „	„ 2 „
„ „ Grundmasse	„	„ 90,— „	„ 25 „
„ „ Deckmasse	„	„ 198,— „	„ 55 „

Wir sehen den außerordentlichen Preisunterschied zwischen Borax, Salpeter und Zinnoxyd. Mit der Entdeckung der großen Boronatroncalcitlager (Ulexit) Perus ($NaCaB_5O_9 + 6 H_2O$), mit der wissenschaftlichen Erforschung des Staßfurter Abraumsalzes durch FRANCK 1860, wodurch es gelang Boracit ($2 Mg_3B_8O_{15} + MgCl_2$) in großen Mengen zu gewinnen, waren bedeutende Mengen von Rohmaterialien zur Fabrikation von oktaedrischem Borax ($Na_2B_4O_7 + 10 H_2O$) gewonnen worden.

Letzterer verdrängte bald den französischen oder prismatischen Borax, zumeist hergestellt aus der Borsäure der toskanischen Fumarolen.

Ähnlich verhielt es sich mit der Soda, welche dank der genialen Arbeiten von Leblanc und Solvay bald zu billigen Preisen auf den Markt kam.

Während man früher fast durchwegs sich der Smalte oder des Zoffers zum Blaufärben von Emails bediente, wodurch meist nur ein Blau von wechselnder Farbkraft hergestellt werden konnte (vermöge des schwankenden Kobaltoxydgehaltes), wurde mit der Fabrikation des reinen Kobaltoxydes ein bedeutender Schritt nach vorwärts getan. Während die Smalte ein Kobaltoxydsilikat von schwankender Zusammensetzung ist, war es insbesondere den sächsischen Blaufarbenwerken auf Grund neuerer chemischer Trennungsmethoden bald gelungen ein tadelloses Kobaltoxyd herzustellen. Diesbezüglich haben die genannten sächsischen ärarischen Blaufarbenwerke ihre führende Rolle bis heute zu erhalten verstanden. Die Entdeckung der Pinkfarben, insbesondere des Pinkrosas (Pinkcolour

oder Nelkenfarben) durch Booth im Jahre 1835 verdient ebenfalls als interessante Etappe in der Herstellung von gefärbten Emails genannt zu werden.

Die zweite und wichtigste Epoche der Eisenemailliertechnik, die in der ausschließlichen Naßemaillierung sowohl von Gußeisen als auch von Schmiedeeisen- und Stahlblech besteht, wobei der sorgfältig gebeizte Eisengegenstand mit dem mit Wasser unter Tonzusatz fein gemahlenen Email überzogen oder „aufgetragen" wird unter nachfolgender Trocknung und Einbrennen im Muffelofen, war durch verschiedene Ursachen ermöglicht worden.

Insbesondere war es die deutsche Maschinenfabriksindustrie, die durch Konstruktion immer besserer und heute mustergültiger Pressen und anderer Blechbearbeitungsmaschinen, der mit der Blechgeschirremaillierung innig verbundenen Eisenrohwarenfabrikation eine vorher ungeahnte ja für unmöglich gehaltene Ausdehnbarkeit und Verwendbarkeit geschaffen hat. Hieß es doch sowohl für den Maschinenfabrikanten als auch für den Emailleur allen neu auftauchenden Schwierigkeiten zu begegnen, die sich insbesondere aus den umwälzenden Erfindungen von Bessemer-Thomas, Gilcrist und Siemens-Martins ursprünglich ergaben.

Es mußten neue Emails und neue Arbeitsmetoden geschaffen werden, um ein harmonisches Sichverbinden von Stahlblech und Email zu ermöglichen den elnzig richtigen Weg zu finden.

Es waren dies schwere Stunden in der Geschichte der modernen Emailliertechnik. Von verschiedenen Seiten wurden verschiedene Mittel vorgeschlagen. Ein führendes amerikanisches Emaillierwerk suchte durch elektrolytische Vernickelung der gebeizten Rohware vor dem Emaillieren dem Übelstande der in der geänderten physikalischen und chemischen Struktur des nunmehr verwendeten basischen Siemens-Martins-Stahlbleches gelegen war, zu begegnen. In Frankreich versuchte man wiederum durch Zusammenschweißen und nachheriges Auswalzen eines Stahlkernes mit zwei Eisenplatten ein Blech der ursprünglichen Art zu erzielen. Daß alle diese Maßnahmen nicht das Richtige trafen, geht aus der überragenden Entwicklung der deutschen und österreichischeu Emailindustrie hervor. Diese verstand es frühzeitig mit Übergehung aller unzulänglichen Konkurrenzvorschläge durch Schaffung neuer Emails, deren physikalische und chemische Eigenschaften insbesondere bezüglich Ausdehnungskoëffizient, Bleifreiheit, absolute Unschädlichkeit, sowie Widerstandsfähigkeit den Weltruf der deutschen und österreichischen Emailware dauernd begründet haben, den einzig richtigen Weg zu finden.

Die deutsche Emailindustrie hat sich bald vor dem früher herrschenden Empirismus zu befreien gewußt, der in der Herstellung des Emails



sowie in der Werksleitung vorher geherrscht hatte. Der wissenschaftlich gebildete Chemiker hielt seinen Einzug in die Stätten früherer empirischer Versuche. Und seit dieser Zeit, seit dem einträchtigen Zusammenarbeiten von Wissenschaft und Technik, datiert der eigentliche ungewöhnliche Aufschwung der Emailliertechnik.

Als weiterer wichtiger Faktor in der Geschichte der Emailliertechnik muß unbedingt die Entwicklung einer wissenschaftlichen Feuerungstechnik angesehen werden, begründet durch die theoretischen Arbeiten über Verbrennungsvorgänge, Verhältnis von Luftzufuhr und Verbrennungseffekt, und Gasanalyse eines FERDINAND FISCHER, BUNTE, ORSAT, TOLDT, SCHMATOLLA, SIEMENS usw.

An Stelle der kostspieligen direkten Feuerung von Schmelz- und Muffelöfen tritt die indirekte Halbgas-, Regeneratorgas- und Rekuperatiffeuerung. (SIEMENS.)

Wo früher pro 100 kg fertig emaillierter Ware bis zu 500 kg Steinkohle verbrannt wurden, genügen nunmehr je nach der Kohlenqualität und Bauart des Muffelofens 120—150 kg.

Wir haben vorher auf den Einfluß der deutschen Spezialmaschinenindustrie auf die Massenherstellung gestanzter, gedrückter oder gefalzter Eisenblechrohware für die Emailindustrie hingewiesen.

An Stelle der schwerfälligen und primitiven Balanzierpressen traten die Friktionspresse, die Exzenterpresse und in neuerer Zeit die hydraulische Ziehpresse. Auch hierin blieb der deutschen Industrie eine beherrschende Stellung vorbehalten. Aue und Niederschlema in Sachsen, Göppingen in Württemberg, Bonn und Berlin wurden der Sitz der bedeutenden Industrie für die Herstellung von Blechbearbeitungsmaschinen. Was früher vielfach Handarbei war, wie Bördeln, Falzen usw. wurde nunmehr maschinell erzeugt.

Dem Maschinenbauer erschloß sich hierin ein reiches Arbeitsgebiet. Wer heute ein modernes, großes Emaillierwerk betritt, wird erstaunt von den oft genial durchgeführten mechanischen Trockenregals, Trockenherden, Transport- und Beizeinrichtungen sein. Andererseits wiederum scheint es, als ob der eigentliche Emaillirprozeß noch lange ausschließliche Handarbeit bleiben sollte, in dem der mancherorts unternommene Versuch das Emaillieren oder „Auftragen“ mittelst Maschinen zu bewerkstelligen, wohl zu sehr interessanten aber noch lange nicht einwandsfreien Resultaten geführt hat. (D. R. P. 134864.)

Andererseits liegt gerade in der Handarbeit, in dem Umstande, daß jedes einzelne Stück emaillierter Eisenware einzeln von Hand und durch geübte Arbeiter emalliert wird, ein nicht zu unterschätzender Vorzug.



Zu den zwei besprochenen Entwicklungsperioden der Emailliertechnik scheint sich in der letzten Zeit eine neueste, also eine dritte hinzugesellen zu wollen, deren bisherige Ergebnisse höchst ermutigend genannt zu werden verdienen.

Es ist dies die Emaillierung mittelst feinst zerstäubtem naßgemahlenem Email. Letzteres wird mit Wasser zu einer ziemlich konsistenten Masse auf der Mühle feinst gemahlen und durch Preßluft oder manchmal auch durch Kohlensäuredruck mittelst eigens konstruierter Zerstäubungsapparate auf die zu emaillierenden Gegenstände geschleudert. Bei weiterer Durchbildung dieser Technik, die eigentlich eine moderne Kombination des alten Puderverfahrens mit der Naßemaillierung repräsentiert, dürften sich ganz bedeutende Ersparnisse an Arbeitslöhnen bei vorzüglicher Emaillierung erzielen lassen.

Wenn wir noch kurz versuchen wollen, die wichtigsten bekannten Daten aus der Entwicklungsgeschichte zu skizzieren, so wird dies umso unvollkommener ausfallen, als hierüber keinerlei genaue Angaben vorliegen.

Ende der 40er Jahre tauchen die ersten Versuche der Blechemaillierung auf. BARTELMUS in Österreich, Thale am Harz (1845), GNÜCHTEL in Lauter (1844), ULRICH in Maikammer (1851), KERKMANN in Ahlen (1863), THIEL in Lübeck (1867), GEBLER in Pirna (1864), Haardt in Österreich, WUPPERMANN in Pinneberg und Amberg, BAUMANN in Amberg (1872) usw. zählen zu den ältesten und vornehmsten Namen in der Geschichte der Emailindustrie. Auf der Pariser Weltausstellung 1867 waren bereits sehr schön emaillierte Blechgeschirre österreichischer Provenienz zu sehen. In Frankreich war es das Emaillierwerk zu Laroche (Doubs), wo insbesondere durch LALANCE schon frühzeitig Blechwaren emailliert wurden. LALANCE, welcher schon im Jahre 1850 in Amerika eine Fabrik verzinnter Küchengeschirre ins Leben gerufen hatte, verlegte seine Tätigkeit bald vollständig dahin und errichtete im Verein mit GROSJEAN das erste amerikanische Emaillierwerk zu Woodhaven im Jahre 1863, ein Unternehmen, das heute über 4000 Arbeiter beschäftigt.

Die erste Ziehpresse [1]) für die Rohwarenfabrikation gestanzter Artikel wurde in den 50er Jahren des verflossenen Jahrhunderts in primitivster Weise in Belgien gebaut.

In Österreich wurde mit großen Spindelpressen ohne Serragevorrichtung bereits Ende der 60er Jahre gestanzt. Anfangs der 70er Jahre

1) Nach weiteren von mir angestellten Untersuchungen ist die erste Presse schon vor der belgischen 1846 in Frankreich durch ADOLPH JAPY konstruiert worden.



wurde das erste moderne Stanzwerk mit Serragepressen in Österreich von der Firma HAARDT & Co. errichtet. MÖNKENMÜLLER & Co. in Bonn scheinen die ersten gewesen zu sein, die Mitte der 70er Jahre Ziehpressen nach dem belgischen System bauten. Einige Jahre später finden wir bereits eine verbesserte Ziehpresse von SCHULER in Göppingen in den Emaillierwerken BAUMANN in Amberg und Zug (Schweiz). Die wichtigste Maschine nach der Ziehpresse ist die Planierbank, deren Wiege gleichfalls in Belgien gestanden zu haben scheint.

Würde diese Priorität der ersten belgischen Ziehpresse auf den belgischen Ursprung der Blechemaillirtechnik hinweisen, so scheint nach mir vorliegenden höchst verläßlichen Daten hervorzugehen, daß das erste Emaillierwerk überhaupt anfangs der 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts von dem Vorfahren der heute noch existierenden Familie BARTELMUS errichtet worden ist, und zwar als Gußemaillewerk in Neu-Joachimsthal bei Beraun in Böhmen. Die erste Anwendung des Emailüberzuges auf Blechgeschirre fällt in die Zeit von 1854—58.

Das erste bekannte selbständige Blechemaillierwerk wurde von BARTELMUS 1859—60 in Brünn errichtet.

Die Innenemaille war anfangs glasartig und grau, da man erst später lernte das Zinnoxyd zur Weißfärbung des Emails heranzuziehen.

Während man die Innenemaillierung schon in frühester Zeit durch Naßemaillierung herstellte, wurde das Außenemail wie Blau und Schwarz, mittelst Tüllbeuteln aufgestaubt, wobei eine sehr verdünnte Lösung von Gummi arabicum als Haftmittel zur Anwendung gelangte, mit der die grundierten Geschirre angestrichen wurden. Erst 1866—67 dürfte man auch zur Außennaßemaillierung übergegangen sein.

Was die Muffelöfen anbelangt, so wurde anfangs in gußeisernen Muffeln mit Bodenplatten aus Stahl gebrannt. Die ersten Tonmuffeln, sowie die ersten Versuche einer Generatorfeuerung dürften um 1870—73 herum gebaut worden sein.

Das erste basische Martinsflußstahlblech in Österreich wurde von C. T. PETZOLD & Co. geliefert.

Deutschland beschäftigt heute in ca. 227 Emaillierwerken[1]) über 25000 Arbeiter. Die meisten dieser Werke liegen in Preußen (148), Sachsen (38), Bayern (23), darunter ca. 14 Aktiengesellschaften und 5 Gesellschaften mit beschränkter Haftung.

Die Gesamtproduktion pro Jahr wird mit ca. 1000000 dz für Deutschland veranschlagt, im ungefähren Werte von 70 Millionen Mark.

1) Davon zirka 60 Schilderfabriken.



Der hierzu nötige Blechverbrauch wird auf ca. 850000 dz = 17—20 Millionen Mark geschätzt[1]).

Die Ziffer für emaillierte Gußware ist darin nicht enthalten, da keinerlei Angaben vorliegen.

Welche große Summen durch die Emailindustrie und durch den Konsum an Rohmaterialien, Chemikalien, Kohle, Eisen, Chamotte usw. indirekt ins Rollen gebracht werden entzieht sich auch einer ungefähren Schätzung.

Deutschland exportiert jährlich 1/3 seiner Emailproduktion (295 000 dz im Jahre 1907). Zu den besten Abnehmern zählen

Holland	mit	22 700	dz	im Jahre 1907
Rußland	„	24 100	„	„ „ „
England u. Kolon.	„	26 000	„	„ „ „
Argentinien	„	11 000	„	„ „ „
Vereinigte Staaten	„	25 000	„	„ „ „

Österreich-Ungarn rangiert mit ca. 47 Emaillierwerken (16 in Böhmen, 15 in Mähren, 8 in anderen Provinzen, 6 in Ungarn), von größtenteils großen Dimensionen gleich hinter Deutschland. Seine Marken zählen zu den ältesten und begehrtesten. Man kann die in den österreich.-ungar. Emaillierwerken beschäftigten Arbeiter auf rund 17 000 veranschlagen, davon ca. 3300 in Ungarn. Belgien mit ca. 16 Werken (insbesondere in Gosselies), Frankreich mit ca. 15 Werken (Lafeschotte) und über 8000 Arbeitern, die Schweiz mit ca. 12 Werken (Zug etc.), Schweden mit 8, Norwegen mit 2, Nordamerika mit ca. 14, Rußland mit 3, England und Rumänien mit 1, Italien mit 3 und Spanien mit 2 Werken folgen an weiterer Stelle.

Frühzeitig machte sich in der Emailliertechnik das Bestreben bemerkbar, sich in der Zusammensetzung der Emails von gesundheitsschädlichen Beimengungen wie Bleioxyd usw. vollständig zu emanzipieren und den breiten Volksschichten für billiges Geld ein relatif dauerhaftes hygienisch einwandfreies Hausgerät zu bieten. Die früher genannten Ziffern sprechen am besten für die Tatsache, in welchem Umfange dies der Emailindustrie in kurzer Zeit gelungen ist. Daß es hierbei an Neidern nicht fehlte, ist leicht begreiflich. Die unsinnigsten und unbewiesensten Gerüchte (Blinddarmentzündung durch Emailsplitter verursacht) wurden in die Welt geschleudert, ohne der zunehmenden Volkstümlichkeit der Emailwaren irgendwie Abbruch leisten zu können.

Es genügt die Widerlegungen von medizinischen Autoritäten wie Dr. C. Roux, anläßlich des mediz. Kongresses zu Genf 1899, des Dr.

1) Dr. H. Wuppermann, Die deutsche Blechemailindustrie.



ALFRED RICHE am hygienischen Kongreß der Pariser Weltausstellung 1900, der Doktoren DIEULAFOY und LUCAS CHAMPIONNIERE von der Pariser mediz. Akademie, die Erklärungen eines Dr. VALLIN, Generalstabsarzt der französ. Armee in der Revue d'Hygiène vom 30. April 1901 zu lesen, um von der Haltlosigkeit dieser böswilligen Verleumdung überzeugt zu sein. Der heurige Nobelpreisträger Prof. METCHNIKOFF vom Pasteur-Institut zu Paris hat andrerseits einwandfrei nachgewiesen, daß die Ursache der Blinddarmentzündung durch eigene Bazillen verursacht wird, daß demnach die Appendizitis eine Infektionskrankheit ist.

Der Gerichtshof in Lüttich, ebenso wie ein Urteil der Barmer Kammer, des k. Landgerichtes zu Elberfeld vom 22. Febr. 1907 haben die Verbreitung dieser Gerüchte von seiten übelwollender Gegner strengstens unter Strafandrohung verurteilt.

Zum Schlusse dieser Arbeit erübrigt es uns noch auf die nicht zu unterschätzende Rolle hinzuweisen, die die Industrie emaillierter Geräte in volkswirtschaftlicher und insbesonders in hygienischer Hinsicht spielt. Durch die Massenfabrikation von effektvollen, dauerhaften Reklametafeln für die verschiedenartigsten Erzeugnisse, durch die leichte Anschaffungsmöglichkeit von Orientierungs-, Straßen-, Hausnummern- und Bahnstationstafeln, durch die allseitige Einbürgerung der sauberen und billigen Spuckschalen und anderer hygienisch wichtiger Geräte in Schulen, Bahnhöfen, Kasernen usw., und insbesondere durch die Schaffung leicht zu reinigender Haus- und Küchengeschirre, hat sich die hier besprochene Industrie unleugbare Verdienste erworben.

Die bisherige Geschichte der modernen Emailliertechnik läßt in uns die Überzeugung zurück, daß bei enger Fühlung von Industrie und Wissenschaft die Emailindustrie stets auf der Höhe ihrer Aufgabe sein wird.



Reichenbach als Beobachter.

Von
Professor Dr. A. Bauer (Wien).

Reichenbach, der sich durch seine trefflichen Untersuchungen über den Buchenholzteer einen geachteten Namen als Naturforscher gemacht hatte, wurde im Mai 1844 von einem Wiener Arzt, Dr. von Eisenstein, an das Krankenbett eines jungen, 25 Jahre zählenden Mädchens gerufen, welches durch die Nähe eines Magneten beeinflußt, angeblich eigentümliche Lichterscheinungen wahrnahm, was ihn so sehr interessierte, daß er die chemischen Arbeiten unterbrach und diese Erscheinung weiter verfolgte, was schließlich zum Aufbau seiner sogenannten Odlehre führte, die allerdings seinem Namen zu großer Berühmtheit verhalf, ihm aber auch die Gegnerschaft seiner Fachgenossen eintrug, wobei zugestanden werden muß, daß dem heutigen Stand der Wissenschaft gegenüber, nicht alle von Reichenbach vertretenen Ansichten den herben Tadel verdienten, der ihnen damals zuteil wurde. Das Mißtrauen, dem er begegnete, war aber vornehmlich dadurch bedingt, daß er seine Lehre nicht auf eigene Beobachtungen, sondern auf das Zeugnis von Personen stützte, denen er eine spezielle Befähigung, gewisse Dinge, namentlich Lichterscheinungen wahrnehmen zu können, zutraute, und die er „Sensitive“ [1]) nannte.

An den deutschen Universitäten fand seine Odlehre sofort Opposition, beispielsweise soll man in Tübingen eine Geldprämie für denjenigen ausgesetzt haben, der eine das Odlicht sehende Sensitive aufzubringen imstande wäre und auch in Wien, der Stätte der Wirksamkeit Reichenbachs, hielt man die Sache vielfach auf grober Täuschung beruhend.

Günstiger war das Urteil Berzelius' und wenigstens durch kurze Zeit, auch das Liebig's.

Der erstere, der im Juli des Jahres 1845 aus Gesundheitsrücksichten Karlsbad besuchte, traf dort mit Reichenbach zusammen, den er vorher

1) Den Ausdruck sensitiv entnahm er der Botanik, der Bezeichnung Mimose etc.



von der beabsichtigten Reise in diesen Kurort benachrichtigt hatte und ließ sich mündlich über die Odlehre informieren. Auch wohnte er den Experimenten mit einer sensitiven Dame (einer Baronin Elise von Seckendorf) bei, die durch bloße Annäherung (nicht Berührung) ihrer Hände an mehrere dicht verschlossene Pakete, in denen sich verschiedene Stoffe wie Nickel, Iridium, Schwefel, Selen, Antimon etc. befanden, deren Natur so weit erkannte, daß sie imstande war, diese Packete dem elektropositiven und elektronegativen Charakter ihres Inhaltes entsprechend zu sortieren.

Berzelius war von dem, was er gehört und gesehen hatte, so befriedigt, daß er sich darüber in seinem Jahresberichte für 1846 folgendermaßen äußerte:

„Diese Forschung gehört also zu den schwierigsten, welche ein Naturforscher unternehmen kann und man muß den Mut anerkennen, daß ein Naturforscher, der bemerkte, daß hierin etwas zu entdecken ist, und welcher einen geachteten Namen in der Wissenschaft zu bewahren hat, den Vorurteilen, der Kurzsichtigkeit, dem Eigendünkel und selbst dem Hohne Trotz zu bieten wagt, um seinen Zweck zu verfolgen. Ein Forschungsgegenstand muß nicht deshalb verlassen werden, weil er schwierig zu erreichen steht oder weil er von der Gegenwart mit Unrecht übersehen oder geringschätzig behandelt wird.“ [1])

Liebig, der wie auch Wöhler mit Reichenbach persönlich befreundet war, schrieb, wie letzterer in der Vorrede zu seinem Werk „Der sensitive Mensch, angibt, unterm 7. Jänner 1845 einen Brief nachfolgenden Inhaltes an ihn:

„Ich wünsche und hoffe, daß Deine (odischen) Abhandlungen jedermann mit dem Vergnügen lesen wird, mit dem ich sie gelesen habe und Hoffmann und alle die sie kennen, und wenn ich auch nicht in allen Stücken mich zu Deinen Ansichten bekennen kann, was ich Dir mit Aufrichtigkeit sage, so raubte mir dies keineswegs den Genuß, mit dem ich mich in Deine geistreichen, glänzenden Versuche, Beobachtungen und Spekulationen vertieft habe. In der Art und Weise, wie wir Deine Untersuchungen verbreiten (durch die Annalen) müssen Deine Ansichten sich Bahn brechen. Möge Dir das neue Jahr in dieser Beziehung alle Deine Wünsche erfüllen, ich zweifle nicht daran.“ [2])

Was diese Verbreitung der Untersuchungen durch die Annalen anlangt, so mag vorerst daran erinnert werden, daß Reichenbach schon im Jahre 1844 in dieser Zeitschrift eine Abhandlung (chemischen Inhaltes) „Über

1) Siehe: Reichenbach, Der sensitive Mensch und sein Verhalten zum Ode. Stuttgart und Tübingen, J. G. Cottascher Verlag 1854 (2 Bände) I. p. 706 und p. 4 (Fußnote).

2) l. c. Bd. I. pag. XXIII.



Röstung organischer Körper" veröffentlicht hatte, in welcher er das ASSAMAR besprach. Es war dies seine letzte chemische Arbeit, die er vom Schlosse Reisenberg (bei Wien) im Dezember 1843 datierte und eine Fortsetzung in Aussicht stellte (die nicht erschien).

Der erste Band des Jahres 1845 der Annalen brachte aber (Bd. LIII) tatsächlich zwei von ihm verfaßte, seine Odlehre betreffende Abhandlungen unter dem Titel: „Über Magnetismus und verwandte Gegenstände", welche ein separates, laut Index, als Beilage zu dem, am 8. Februar erschienenen, Januarheft gehöriges, über 200 Seiten umfassendes, mit zwei Tafeln versehenes Heft vollständig ausfüllten. Dieses Heft hat eine eigene Paginierung und trägt überhaupt in jeder Beziehung das Gepräge der Selbständigkeit, obwohl es zumeist gemeinsam mit dem am 15. März abschließenden 53. Band der Annalen gebunden wurde (somit vielfach einen integrierenden Teil dieses Bandes zu bilden scheint).

Die Redaktion bereute es sicher, und zwar zweifellos noch vor dem Erscheinen des Januarheftes, die Spalten der Annalen der Lehre vom Od eröffnet zu haben. Schrieb doch WÖHLER [1]) bereits unterm 30. Dezember 1844 an seinen Freund LIEBIG: „Daß REICHENBACH's Geschichte in den Annalen abgedruckt ist, macht überall sehr unangenehmen Eindruck. Professor RÜTE hier hat eine Menge der REICHENBACHschen Angaben an Kranken versucht, erklärt aber alles für physiol. Täuschung. Unsere Namen sind bei der Sache etwas blamiert."

Mehrere Wochen später, am 14. März 1845, schrieb LIEBIG in derselben Angelegenheit an WÖHLER und sagte: „Die REICHENBACHschen Od-Entdeckungen halte ich für Selbstbetrug oder für das Beginnen eines Rasenden, um sich berühmt zu machen. Bei manchen Ärzten wird es ihm wohl gelingen. Du kannst Dir denken, warum ich Dir nichts davon schrieb, ich schämte mich die Annalen zum Schauplatze dieses Zeugs gemacht zu haben, ich war aber durch das zuletzt nicht mehr zu ertragende Quälen dazu gebracht.

Nun habe ich durch die Beihefte die Einrichtung getroffen, daß jeder nach Belieben anderweitigen Gebrauch davon machen kann."

Jedenfalls war und blieb das freundschaftliche Verhältnis zwischen dem Schloßherrn von REISENBERG und den beiden berühmten Chemikern derartig getrübt, daß WÖHLER, als er im Jahre 1853 in Wien verweilte, es vermied, REICHENBACH aufzusuchen und zwar „aus Scheu vor dem Aufrollen der Odfrage", wogegen letzterer im Dezember 1861 auf der Reise von London nach Berlin nicht versäumte, WÖHLER in Göttingen zu besuchen und dessen Meteoritensammlung zu besichtigen.

1) LIEBIG und WÖHLER, Briefwechsel. Herausgegeben von A. W. Hofmann, Braunschweig 1888, Bd. I, p. 249 und 254.



Liebig nahm später neuerdings die Angelegenheit wieder auf, als er am 18. November 1852 seine Vorlesungen in München mit einer Rede über das Studium der Naturwissenschaften eröffnete, in welcher er sich direkt gegen die sogenannte Odlehre und den Mangel an richtiger Beobachtung wendete, der dieser zu Grunde liegt, worin er die Ursache erblickt, daß dieselbe „keinen Eingang in die Naturforschung gefunden hat," worauf Reichenbach in einer 36 Seiten umfassenden, vom Mai 1854 datierten, Vorrede zu seinem großen zweibändigen Werk: „Der sensitive Mensch"[1]) ausführlich replizierte. Er schreibt u. a. folgendes: Liebig sagte in seiner Rede: „Es gibt keine Kunst, welche so schwierig ist, wie die Kunst der Beobachtung; es gehört dazu ein gebildeter nüchterner Geist und eine wohlgeschulte Erfahrung usw."

„Merkwürdig!" antwortete Reichenbach, „ich habe bisher geglaubt, das Kind in der Wiege mache Beobachtungen und dies recht viele, selbst die Hunde, die Katzen, die ungeschulten Affen machen Beobachtungen; hat man ja sogar Flöhen Dressur beigebracht, die nur auf ihren Beobachtungen beruhen kann usw." (sic!)

Diese Polemik, die wegwerfende Art, in welcher er sich gegen die „Kunst der Beobachtung" äußerte, müssen die Vermutung unterstützen, daß er auf „diese Kunst" wenig Sorgfalt verwendete, vielleicht selbst ein schlechter Beobachter war, ein Schluß, der selbstverständlich wesentlich dadurch genährt wird, daß er seine neue Lehre ausschließlich auf die Mitteilungen anderer stützte.

Allein seine chemischen Untersuchungen gaben Zeugnis von anerkannter Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, wenn er auch die von ihm entdeckten Stoffe keiner eingehenden chemischen Untersuchung unterzog, was zu seiner Zeit auch nicht leicht war.

Niederist[2]), der später (1883) Reichenbach's Picamar untersuchte, sagte ganz richtig: „So erschöpfend R. die physikalischen Eigenschaften und die Reaktionen dieser Substanzen untersucht und beschrieben hat, so wenig konnte er über die Zusammensetzung derselben mitteilen."

A. W. Hofmann[3]), der im Jahre 1874 Veranlassung fand, sich mit der Untersuchung des Holzteeröls zu befassen, begegnete dabei einem Produkt, das er mit Reichenbach's Cedriret identisch hielt, und als das von C. Liebermann dargestellte Coerulignon ansah, wobei er sich folgendermaßen äußerte: „Reichenbach verdient umsomehr als Entdecker des Coerulignons proklamiert zu werden, da er diesen Körper mit einer

1) Der sensitive Mensch. Bd. I. p. XIX.

2) Monatshefte für Chemie (Wien) 1883. p. 487.

3) Berliner Berichte Bd. II. (1878) p. 329 und ebendaselbst Hofmanns Biographie (1902) p. 251.



Präzision beschrieben hat, welche nichts zu wünschen übrig läßt. In seiner Abhandlung ist das Cedriret in der Tat so anziehend geschildert, daß es nur zu verwundern ist, wie ein Körper von so reizenden Eigenschaften 30 Jahre lang unbeachtet bleiben, man möchte sagen, in Vergessenheit geraten konnte."

Aus den vorstehenden Zeilen ergibt sich, daß REICHENBACH für die richtige Beobachtung und Beschreibung der physikalischen Eigenschaften und Reaktion der von ihm entdeckten Substanzen volle Anerkennung fand und diese auch verdiente, während er bei seinen odisch-magnetischen Studien ziemlich skrupellos den Angaben Anderer Glauben schenkte und sich dabei umsomehr dem Verdachte mangelhafter Beobachtung aussetzte, als er sich gelegentlich geradezu wegwerfend über die „Kunst der Beobachtung" ausgesprochen hatte. Man kann es aber als feststehend ansehen, daß er persönlich die Gabe der Beobachtung in so hervorragendem Maß besaß, daß er gleiches bei andern voraussetzen zu dürfen glaubte, da er richtiges Beobachten als „natürliches Resultat" „psychischer Elementarentwicklung" annahm, und in das „Gebiet der untersten synthetischen Begriffsformen" einreihte, wie er sich auszudrücken pflegte.

Übrigens möchte ich mir erlauben, auf Grund persönlicher Erfahrung hinzuzufügen, daß REICHENBACH, in Erkenntnis der Fortschritte der Wissenschaft und eingedenk der Art und Weise wie er seinerzeit die Resultate der damals leider unterbrochenen chemischen Arbeiten beschrieb, sich wohl bewußt war, daß er die von ihm entdeckten Stoffe vom chemischen Standpunkt aus nur unvollständig studiert hatte. Allein dafür war nicht so sehr der damalige Stand unseres Wissens, als vielmehr die Tatsache maßgebend, daß seine Arbeiten über den Holzteer so interessante Resultate und diese in so rascher Reihenfolge ergeben hatten, daß er glaubte, eine gründlichere Durchforschung derselben späterer Zeit überlassen zu dürfen.

Tatsächlich hatte er im Beginn der sechziger Jahre auf seinem Schlosse Reisenberg neuerdings begonnen, sich mit der Holzdestillation zu beschäftigen und da war es auch, daß er mich einlud, ihn zu besuchen, um zu veranlassen, daß sein Sohn REINHOLD, mit dem er seine Studien fortzusetzen beabsichtigte, mit der Methode der organ. Elementaranalyse vertraut gemacht werde. Allein REICHENBACH war damals schon ein hoher Siebziger [1]) und wenige Jahre später, am 19. Januar 1869, starb er, auf einer Reise begriffen, die er trotz seines hohen Alters im Interesse seiner Odlehre unternommen hatte, in Leipzig.

1) Geboren in Stuttgart am 12. Februar 1788.



Ein Jubiläum der Photographie.

Von Dr. ing. LUDWIG W. GÜNTHER (Heidelberg).

Daß Hornsilber, die „luna cornua“ der Alchymisten, einer eigentümlichen Farbwandlung fähig sei, war schon lange bekannt. Aber niemand hatte sich die Mühe genommen, diesen doch gewiß merkwürdigen Verhältnissen nachzugehen, geschweige denn, praktische Versuche mit ihnen anzustellen; und so finden wir denn recht oberflächliche Anschauungen auch über das Wesen der Energie, welches diese Farbwandlung, die Überführung des weißen Chlorsilbers in ein dunkelviolett gefärbtes Produkt, hervorbringt: so betrachteten BOYLE[1]) (1627—1691) und andere die *Luft* als das wirksame Agens.

Das Interesse an Körpern, die im Lichte eine Veränderung erleiden, erwachte erst mit der Erfindung der *Leuchtsteine,* und man ging auf die Suche nach anderen lichtempfindlichen Körpern. Ein Zufall führte den deutschen Physiker J. H. SCHULZE zu einer interessanten Entdeckung. Bei der Herstellung eines Leuchtpräparats hatte er Scheidewasser mit Kreide zu neutralisieren. Das Scheidewasser enthielt etwas Silber gelöst, das mit ausgefällt wurde. Da Schulze am Fenster arbeitete, so konnte es nicht ausbleiben, daß der weiße Niederschlag sich im Lichte dunkel färbte, eine dunkelrotviolette Farbe, „atro-rubentem et in coeruleum vergentem“, annahm. Es war das große Verdienst SCHULZES, sofort das *Licht* als den ins Spiel kommenden Faktor erkannt zu haben, auch machte er einen praktischen Versuch, indem er Buchstaben aus schwarzem Papier ausschnitt und auf der Flasche befestigte. Deutliche Wiedergabe der Schrift belohnte die Bemühungen SCHULZES, und mit Recht reklamiert J. M. EDER, der Historiker der Photographie, ihn, einen Deutschen, als den „Erfinder der Photographie“ [3]).

1) Experiments and Considerations upon Colours, London 1663.

2) Scotophorus pro phosphoro inventus: seu experimentum curiosum de effectu radiorum solarium, Acta Acad. Nat. cur. 1727, 1.

3) Ausf. Handb. d. Photographie (Halle) I. 1. S. 51 (3. Aufl. 1905).



Aus ähnlichem Grunde wie SCHULZE beschäftigten sich BECCARIA und mit ihm BONZIUS [1]) 1757 mit lichtempfindlichen Substanzen; und zwar wählte ersterer das *Chlorsilber* und tat dies mit vollem Bewußtsein von dessen interessanten Eigenschaften dem Lichte gegenüber.

Wiederum ein Deutscher, freilich einer, dessen Heimat damals unter fremder Oberhoheit, unter der Schwedens, stand, C. W. SCHEELE aus Stralsund (1742—1786) war es, dem die Lehre von der Wirkung des Lichtes auf chemische Substanzen viel zu danken hat. In einer klassischen Arbeit: „Von der Luft und dem Feuer" aus dem Jahre 1777 hat er unter anderem den Beweis erbracht, daß die Dunkelfärbung des Chlorsilbers in erster Linie auf die *violetten* Strahlen zurückzuführen sei. Es sei im Anschluß daran gleich hier erwähnt, daß es J. W. RITTER 1801 [2]) gelang, jenseit des sichtbaren Violett mit Hilfe des Chlorsilbers noch viel stärker wirkende Strahlen, die ultravioletten Strahlen, zu entdecken, Strahlen, denen WOLLASTON [3]) auf Grund seiner eigenen Beobachtungen 1802 die Bezeichnung „Chemische Strahlen" verlieh.

Schon SCHEELE hatte sich ein ganz klares Bild von der chemischen Wirkung der Strahlen gemacht; BERTHOLET [4]) hat 1786 diese Wirkung dahin präzisiert, daß nicht *reines Silber* bei der Belichtung entstehe, sondern daß ein Teil des Chlors zurückgehalten werde, daß also, um uns der modernen Ausdrucksweise zu bedienen, ein *Subhaloid* entsteht, worauf J. M. EDER [5]) mit besonderem Nachdruck hinweist.

Von großer Bedeutung, ein Zeichen von der fortschreitenden Naturerkenntnis der Zeit, erscheint uns die Mitteilung VASALLIS 1792 [6]), daß auch dem Kerzenlichte eine chemische Energie innewohne, indem es Chlorsilber dunkel färbe, nur sehr viel langsamer wirke.

1797 entdeckte VAUQUELIN [7]) das Chrom und seine Salze, darunter auch das Silbersalz, dessen Lichtempfindlichkeit er erwähnte; vielleicht könnte man den Arbeitsgang dieses Naturforschers am ersten mit dem eines modernen Chemikers vergleichen, da er bewußt *alle* Eigenschaften seiner Körpe runtersuchte. Eine spätere Angabe von ihm [8]) läßt das chrom-

1) De Bononensi Scientiarum et Artium Institutio 1757, IV, S. 74.
2) Versuche über Sonnenlicht. GILBERTS Ann. 1801, VII, S. 527; 1802, XII, S. 409.
3) A Method of examining refractive and dispersive powers by prismatic reflection. Phil. Trans. 1802, S. 379. GILB. Ann. XXXI, S. 416 u. XXXIX, S. 291.
4) Journ. de phys. 1786, XXIX, S. 86. LICHTENBERGS Magazin IV, 2. S. 40.
5) Handbuch (3. Aufl. 1905) S. 80.
6) Mém. de l'acad. roy. des sciences de Turin 1790—91, S. 186, CRELLS Chem. Ann. 1795, II, S. 80; TROMSDORFFS Journ. der Pharm. 1796, III, S. 337.
7) Ann. de Chim. 1798, XXV, S. 21.
8) d. e. 1809, LXX, S. 70.



saure Silber im Lichte sich bräunen. Auch die Lichtempfindlichkeit des zitronensauren Silbers erkannte er [1]).

Als höchst bedeutsam erscheinen die Versuche ROBINSONS, die, um diese Zeit angestellt, erst im Jahre 1822 [2]) veröffentlicht wurden. Sie liefen darauf hinaus, zu konstatieren, ob das Licht, nachdem es durch konzentrierte Salpetersäure gegangen und dort Arbeit geleistet habe (Zersetzung unter Bildung von roten Stickoxyddämpfen) noch imstande sei, ebenso stark auf Chlorsilber zu wirken, wie wenn es nur durch Wasser gegangen sei. Er fand eine bedeutende Schwächung und mag deshalb als ein Vorläufer des Gesetzes *von der photo-chemischen Extinktion* angesehen werden, welche von DRAPER, vor allem aber von BUNSEN und ROSCOË untersucht worden ist. Auch EDER [3]) weist auf dieses Moment hin, wie Verf. später erkannt hat.

Was sonst noch um diese Zeit an photochemischen Untersuchungen in bezug auf Silbersalze zu verzeichnen ist, gipfelt in dem Bestreben, mit Hilfe des Lichts auf mit Silbernitrat getränktem Papier Bilder zu erzeugen, mit einem Wort, „die Photographie zu erfinden“.

Besonders bemühten sich WEDGWOOD (1730—1795) [4]) und DAVY (1778—1829) [5]) darum, ohne zu einem Ziele — es fehlte ihnen ein Fixiermittel — zu kommen, und doch pries später, 1839, ARAGO diese beiden Männer als die Vorläufer der Erfindung der Photographie, mit wie wenig Recht, haben wir gesehen. Doch sollte DAVY in der Auffindung der Lichtempfindlichkeit des *Jodsilbers* noch einen bedeutenden Einfluß auf die Ausgestaltung der Photographie gewinnen [6]).

Wir nennen noch die Versuche von BUCHHOLZ [7]) mit kohlensaurem Silber, das ebenfalls als ein sensibles Präparat sich erwies, erwähnen die überaus exakten Untersuchungen SENEBIERS [8]), (1742—1809), die vor allem das Verhalten von Chlorsilber *verschiedenfarbigem Lichte* gegenüber zum Gegenstande hatten und die einen abnehmenden Schwärzungsgrad von Violett über Grün, Gelb nach Rot erkennen ließen.

---

1) SCHERERS Journ. der Chem. 1798, II, 2. S. 717; TROMSDORFFS Journ. der Pharm. 1800, VII S. 95.

2) BUCHNER-KASTNERS Repert. f. Pharm. 1822, XIII, S. 44, nach BLACKS Vorlesungen I, S. 412.

3) Handb. (III. Aufl.) 1905, I. S. 81.

4) Philos. Transact., 1792 (2 Abhandl.).

5) Journ. Roy. Inst. 1802, I. S. 170. Es handelt sich um einen Bericht DAVYS über die Erfindung WEDGWOODS; DAVY selbst hatte nur ganz wenig Neues zur Sache beigebracht.

6) HOMSEN's Annals of. Philos. 1814.

7) GILB. Ann. XII. S. 574, 581.

8) Mém. physico-chemiqueus sur l'influence de la lumierè, Genève 1782.

Wenn wir heutzutage diesen selben Prozeß, Schwärzung des Chlorsilbers im Lichte, im weitesten Maße in der Photographie als „Auskopierverfahren" benützen, so beruht dies auf einigen wichtigen Verbesserungen, die später eingeführt wurden: die Heranziehung eines geeigneten Bindemittels für das lichtempfindliche Material, als Eiweiß, Kollodium, Gelatine, die Verwendung eines Überschusses von Silbernitrat (chemische Sensibilisation) sowie die Umwandlung des unscheinbaren Silberbildes in ein brillantes Gold- oder Platinbild mit Hilfe des Tonungsprozesses.

Nach dieser Abschweifung kehren wir wieder zurück zu dem Anfangsstadium der Photographie und kommen zur Entdeckung einer neuen wertvollen Eigenschaft des Chlorsilbers, zur Entdeckung seiner *Farbenempfindlichkeit*, seiner Fähigkeit, unter dem Einflusse verschiedenfarbiger Lichtstrahlen diese Farben anzunehmen und auch nach Entfernung der Lichtquellen dieselben für alle Zeiten beizubehalten, besonders, wenn man das Chlorsilber vorher im Lichte hatte anlaufen lassen: die *Naturfarbenphotographie* war dem Prinzipe nach erfunden.

Diese Erfindung der Farbenphotographie geschah in einer Zeit, da man noch nicht einmal gelernt hatte, gewöhnliche Schwarzweißphotographien zu erzeugen, und der uns dieses Verfahren im Jahre 1810 geschenkt, war wieder ein Deutscher, der Jenaische Professor SEEBECK (1775—1843) [1]).

Verfasser hat, so oft ihm Gelegenheit sich bot, auf diese *Priorität der Naturfarbenphotographie* aufmerksam gemacht. Die herrschende Meinung ist heutzutage die, daß die gewöhnliche Photographie die ältere sei. Nur wenn man einzig und allein die praktische Seite betrachtet, trifft dies zu; die Wissenschaft hat aber Grund, die wirklichen Verhältnisse klar zu legen. SEEBECKS hübsche Entdeckung ging in den Wirren der Napoleonischen Kriege unter; sie sollte aber später eine feierliche Rehabilitation erfahren.

In der nunmehr einsetzenden Zeit exakter wissenschaftlicher Forschung mehrten sich auch die Untersuchungen über lichtempfindliche Substanzen. Die Erfindung des Jods führte, wie wir sahen, 1814 zur Entdeckung des so überaus lichtempfindlichen Jodsilbers durch DAVY, das sich unter Umständen als viel höher empfindlich erwies als das Chlorsilber, dann nämlich, wenn das Silbernitrat im Überschuß zugegen war. Darauf schiebt wenigstens EDER die Schuld an dem Umstande, daß STEFFENS, LINK und FISCHER [2]) bei ihren Versuchen 1814 eine viel geringere Empfindlichkeit feststellten. Bis zur Entdeckung der Daguerreotypie sollte das Jodsilber

1) GOETHES Farbenlehre (Ausgabe Hempel, Bd. 36, S. 431 ff.)

2) SCHWEIGGERS Journ. f. Chem. u. Phys. 1814, XI, S. 133.



keine Rolle mehr spielen. Die Lichtempfindlichkeit des von BOULEY 1827 entdeckten Doppelsalzes Jodsilber-Jodkalium ist ebenso wie die der Salze Chlorsilber-Chlorkalium und Bromsilber-Bromkalium gering.

v. GROTTHUSS Entdeckung des Rhodansilbers (1818)[1]), die des kamphersauren Silbersalzes durch B. BRANDES (1823) [2]) sind Vorläufer einer inhaltsreichen Erfindung, der des *Bromsilbers* durch BALARD 1826 [3]). Doch ist dieser Körper erst viel später zu Bedeutung gelangt.

Eine neue interessante Bahn wurde von WITTING [4]) und ZIMMERMANN [5]) betreten, welche das Verhalten von Silbernitrat gegen Licht bei Gegenwart organischer Substanzen prüften. Vereinzelte Mitteilungen lagen von früher her vor, wobei vor allem das *Papier* in Frage kam.

Es wurden durch ersteren zu ausgesprochenem Endzwecke Kohlenoxydgas, Wasserstoff, Phosphorwasserstoff zugegeben und gefunden, daß die Fällung von Silber im Lichte bedeutend rascher vorwärts gehe als im Dunkeln. Auch Kolloide, Gummi, Zucker, Stärke und andere organische Substanzen bewirken nach FISCHERS [6]) Angaben aus dem Jahre 1826 Reduktion des Höllensteins im Lichte in durchaus verschiedener Farbe. Wir wollen hier noch nachholen, daß auf diesem Gebiet auch 1797 eine Frau, Mrs. FULHAM, mit Erfolg tätig war.

CASASECA [7]) dagegen glaubte 1826 jeden Einfluß des Lichtes auf solche Gemische ableugnen zu müssen, während BRANDES und REIMANN [8]) die Ergebnisse ihrer Vorgänger nicht nur bestätigten, sondern auch durch neue Versuche erweiterten und uns einen höchst wertvollen Überblick über das Wissen ihrer Zeit von der chemischen Lichtwirkung gaben. Damit fanden die interessanten Mitteilungen N. W. FISCHERS [9]) aus dem Jahre 1812 ihre vollgiltige Bestätigung und Ergänzung. Die Versuche G. SUCKOWS [10]) schlossen sich daran und erbrachten noch andere wichtige Resultate.

---

1) SCHWEIGG. Journ. f. Chem. u. Phys. 1818, XX, S. 240.
2) SCHWEIGG. Journ. f. Chem. u. Phys. 1823, XXXVIII, S. 298.
3) Ann. chim. et phys. 1826, XXXII, S. 337.
4) BUCHNERS Repetitor f. Pharm. 1823, XIV, S. 467.
5) KASTNERS Archiv f. d. ges. Naturlehre 1824, I, 257.
6) Ebenda 1826, IX, S. 345.
7) Journ. de pharm. Apr. 1826, S. 209; TROMMSD. N. Journ. d. Pharm. 1826
8) TROMMSD. N. J. d. Pharm. 1826, XII, S. 100.
9) In der Besprechung einer Arbeit GRINDELS „Über fortgesetzte Versuche über künstliche Bluterzeugung". (Schles. Ges. f. vaterländ. Kultur, 25. April 1812). SCHWEIGG. Journ. f. Chemie 1813, IX, S. 403. — Ferner des gleichen Verfassers wichtige Schrift: „Über die Wirkung des Lichtes auf Chlorsilber" mit historischem Rückblick.
10) Preisschrift: „De Lucis effectibus chemicis in corpora organica et anorganica destituta". Jena 1827; mit Ergänzung aus dem Jahre 1834: Über die chemische Wirkung des Lichtes".



In WETZLAR[1]) tritt uns nun ein Forscher entgegen, dessen Studien vielverheißend für die Photochemie — so wollen wir diese rein wissenschaftlichen Studien im Gegensatz zur praktischen Photographie benennen — wurden. Seine „Beiträge zur Geschichte des Silbers" behandeln besonders die Subhaloidfrage, d. h. die Frage, was aus dem weißen Chlorsilber bei der Dunkelfärbung infolge Belichtung werde. Schon SCHEELE hatte es ausgesprochen, daß dabei eine *Zersetzung* vor sich gehe, wobei Salzsäure frei werde und ein Gemisch von Ag mit Ag Cl zurückbleibe. Ammoniak sollte dieses Gemisch zerlegen. BERZELIUS hatte die Angaben SCHEELES dahin richtig gestellt, daß es nicht Salzsäure, sondern *Chlor* sei, das frei werde. WETZLAR erblickte in dem am Licht entstehenden dunklen Körper offenbar eine Verbindung, denn er legt ihr den Namen „Subchlorid" bei.

Es ist gewiß von Interesse, neben diesen Einzeluntersuchungen noch der zusammenfassenden Literatur bezüglich der Lichtempfindlichkeit von Silbersalzen zu gedenken: wir erwähnen vor allem die von der kais. Akademie zu Petersburg 1806 preisgekröuten Arbeiten H. F. LINK's in Rostock und PLAZ. HEINRICH in Regensburg, die zusammen unter dem Titel: „Über die Natur des Lichtes" erschienen sind, dann eine Abhandlung von FISCHER: „Über die Wirkung des Lichtes auf Hornsilber" (Nürnberg 1814), sowie endlich die ausgezeichnete Zusammenstellung von JOHS. FIEDLER: „De lucis effectibus chemicis in corpora anorganica" aus dem Jahre 1835.

Sollten wir die bisherigen Errungenschaften auf dem Gebiete der Photochemie kurz charakterisieren, so tun wir es mit der Erklärung: man hatte die „chemische Wirkung des Lichtes", die „chemische Lichtempfindlichkeit" entdeckt. Es gibt aber eine noch viel feinere Empfindlichkeit, eine Empfindlichkeit, die wir als „physikalische Empfindlichkeit" — nicht gerade sehr glücklich — bezeichnen.

Das Licht l e i t e t nur während v e r h ä l t n i s m ä ß i g s e h r k u r z e r Exposition die Z e r s e t z u n g der lichtempfindlichen Substanz e i n; eine sekundäre Operation, die E n t w i c k l u n g, muß den Lichteindruck versinnlichen, eine dritte das gewonnene Bild lichtbeständig machen, f i x i e r e n.

Darin, in der Entdeckung des sog. „latenten Bildes" in der Photographie, beruht die Bedeutung der Erfindungen von NICÉPHORE NIEPCE, 1765—1833, LOUIS DAGUERRE 1787—1851, FOX TALBOT 1800—1877, auf die wir jetzt zu sprechen kommen[2]).

1) SCHWEIGGER-SEIDELS Jbch. d. Chem. u. Phys. 1828, XXV, S. 467.

2) J. M. EDER gibt uns in seiner „Geschichte der Photographie" eine ausführliche Mitteilung aller auf diese Erfindung bezüglichen Verträge usw. (Hdbch. I, 1, S. 163—293, 3. Aufl. 1905). Angaben in wissenschaftlichen Werken finden sich nicht.



Jedenfalls arbeitete NICÉPHORE NIEPCE auf ganz anderer Grundlage; er, der es sich zum Ziele gesetzt hatte, ein praktisch brauchbares Verfahren zur Bilderzeugung aufzufinden, hatte im Asphalt einen Körper erkannt, der ebenfalls einer Umwandlung im Lichte fähig war, und zwar war es die Löslichkeit in DIPPELschem Öl und anderen Flüssigkeiten, die sich änderte.

Unzuverlässigkeit in der Ausübung, geringe Lichtempfindlichkeit, vor allem aber die Unmöglichkeit, Bilder in Halbtönen, d. h. mit feinen Abstufungen zwischen schwarz und weiß, wiederzugeben, ließen NICÉPHORE NIEPCE an seinen Erfolgen verzweifeln. Auch die Verbindung mit dem Maler LOUIS DAGUERRE förderte keine besseren Resultate zutage, und NIEPCE starb, an allem verzweifelnd, den Tod der Erfinder in völliger Armut.

DAGUERRE setzte die Arbeiten allein fort, obwohl er eigentlicher Fachkenntnisse bar war. Versuche über Versuche lösten sich ab; seine Frau, entmutigt und empört über diese anscheinend fruchtlosen Arbeiten, wandte sich an den berühmten Physiker GAY LUSSAC und beschwor ihn, ihrem Manne von seinem Tun abzuraten. GAY LUSSAC aber fand Interesse an den ihm mitgeteilten Untersuchungen DAGUERRES, erwirkte ihm eine staatliche Unterstützung, und endlich, im Jahre 1838, fand letzterer die Lösung des Problems, das Licht zur *Arbeitsleistung*, zur *Bilderzeugung* zu zwingen. *Am 9. Januar 1839* verkündete der Physiker ARAGO (1786—1833), diese weittragende Erfindung in der Académie française, und wir sind berechtigt, diesen Tag als *den Geburtstag der Photographie*, den 9. Januar 1909 als die *siebenzigste Wiederkehr dieses bedeutungsvollen Tages* zu betrachten.

DAGUERRE hatte den früher von NIEPCE und ihm verfolgten Asphaltprozeß verlassen und hatte wieder ein Silbersalz zu seinen weiteren Versuchen herangezogen. *Jodsilber* war es diesmal, das er dadurch erhielt, daß er eine ebene, blank polierte Silberplatte — oder versilberte Kupfer- oder Glasplatte — der Einwirkung von Joddämpfen aussetzte, wodurch ein ganz feines Häutchen von Jodsilber gebildet wurde. Und dieses Häutchen war lichtempfindlich, besaß vor allem die wertvolle Eigenschaft der *latenten* Lichtempfindlichkeit.

Einem Zufall soll die Entdeckung der Photographie, des latenten Bildes, zu danken sein, dem Umstande, daß eine ungenügend exponierte, d. h. noch keinen Eindruck verratende lichtempfindliche Platte in einen Chemikalienschrank gelegt wurde, in welchem eine offene Flasche mit Quecksilber stand. Das bei gewöhnlicher Temperatur verdampfende Quecksilber legte sich an die belichteten Stellen an, dieselben mehr und mehr verstärkend, bis ein Bildeindruck entstand.

Wir wissen nicht, was wahres an dieser Erzählung ist; unmöglich wäre sie nicht; denn wie sollte man sonst wohl auf eine so überaus merkwürdige Erscheinung wie die des „latenten Bildes“ kommen?

Quecksilberdämpfe waren es, welche DAGUERRE dienen mußten, ein Gemisch von Silbernitrat und einem reduzierenden Medium, Gallussäure, wandte FOX TALBOT an. Der hatte sich auch schon geraume Zeit insgeheim mit photochemischen Untersuchungen befaßt; seine Bestrebungen waren dieselben wie die von Daguerre. Die Erfolge des letzteren veranlaßten ihn, mit seiner Erfindung gleichfalls an die Öffentlichkeit zu treten.

Er erhielt seine lichtempfindliche Schicht dadurch, daß er ein Blatt geleimten Papiers zuerst auf einer Kochsalz-, dann auf einer Höllensteinlösung schwimmen ließ: es bildete sich ein feiner Niederschlag von Chlorsilber in den Fasern des Papiers, deren Eigenschaft der Lichtempfindlichkeit durch einen Überzug mit einem Gemisch von Gallussäure, Essigsäure und Silbernitrat noch hohe Steigerung erfuhr. Die Entwicklung des latenten Bildes erfolgte in vorgenannter Lösung, die Fixierung in Bromkalilösung.

Interessant ist, wie jeder dieser beiden Prozesse seinen Weg in die Praxis fand. Das Jodsilber sollte bis zur Erfindung der Trockenplatte den photographischen Prozeß beherrschen, ja tut es heutzutage noch in den photomechanischen Anstalten. Freilich seine Verbindung mit der Silberplatte mußte es aufgeben; ARCHER [1]) und FRY fanden im *Kollodium* einen sehr geeigneten Träger der lichtempfindlichen Substanz, die man nun auf alle möglichen Unterlagen, Glas, Holz, Papier ausgießen konnte. A. NIEPCE DE ST. VICTOR [2]) empfahl die Verwendung des *Eiweißes*, POITEVIN [3]) die der *Gelatine* und gerade aus dieser Erfindung sollte die weitere der Erfindung der Trockenplatte hervorwachsen, welche Ende der siebenziger Jahre durch den englischen Arzt MADDOX [4]) geschah. Das TALBOTsche Verfahren erhielt im Eiweißzusatz eine ausgezeichnete Verbesserung. Man lernte weiterhin im *Bromsilber* denjenigen lichtempfindlichen Körper kennen, der die höchste Empfindlichkeitssteigerung zuließ.

Die bisherige Talbotsche Entwicklungsmischung Silbernitrat und Gallussäure wurde durch eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure ersetzt, der bald andere entwickelnde Substanzen folgten, vor allem die von ANDRESEN 1889 als höchstgeeignet erkannten Körper der *Paramidophenolreihe*.

Die *Photochemie* bahnte sich als neue Wissenschaft ihren Weg: ihre Hauptvertreter in Deutschland waren und sind H. W. VOGEL (1834—1898)

---

1) Liverpool u. Manchester phot. Journ. 1857, S. 121; KREUTZERS Jahrber. d. Phot. 1857, S. 506.

2) Compt. rend. 1847, **25**, S. 586; **26**, S. 637. DINGL. Pol. Journ. **107**, S. 58; **109**, S. 48.

3) Compt. rend. **33**, S. 647; Jahrber. f. Chemie 1850, S. 196.

4) British Journ. Phot. 1871, **18**, S. 422; Phot. Corr. 1874, **11**, S. 124.



in Berlin und J. M. EDER (geb. 1855) in Wien. Als eine der ersten Fabriken in Deutschland erstand die von OTTO PERUTZ in München. Der Prozeß der *Reifung des Bromsilbers* (BENETT, MONKHOVEN), nahm die Aufmerksamkeit der Forscher zunächst in Anspruch, jener Prozeß, welcher die Steigerung der Lichtempfindlichkeit ermöglicht. Es entstanden ferner die Begriffe der „chemischen“ und „optischen Sensibilisation, von welchen der letztere den Untersuchungen H. W. VOGELS [1]) zu danken ist.

Durch diese Untersuchungen war es möglich, die schon von SCHEELE erkannte *einseitige Empfindlichkeit der Silbersalze für die blauen und violetten Strahlen zu korrigieren* und sie für alle Spektralbezirke geeignet zu machen. Vorzüglich gelingt dies dadurch, daß man Trockenplatten in gewissen organischen Farbstofflösungen badet. Farbstoffe sind Körper, welche einen bestimmten Teil des Spektrums absorbieren. Die Strahlen desselben vermögen entweder den Farbstoff selbst zu zersetzen oder aber sie tun dies in dem mit dem Farbkörper verbundenen Chlorsilber.

Trockenplatten, welche nur für gelb und grün, die optisch wirksamsten Farben, sensibilisiert sind, nennen wir *orthochromatisch*, solche die das ganze sichtbare Spektrum darzustellen vermögen, heißen *panchromatisch*, nach v. HÜBL besser *isochromatisch*.

Erst die Erfindung der Sensibilisierung des Bromsilbers ermöglichte, um es hier nur zu erwähnen, die Durchführung der Dreifarbenphotographie, jenes Naturfarbenverfahrens, das auf einer von YOUNG, später von HELMHOLTZ aufgestellten, von MAXWELL, DUCOS DE HAURON, MIETHE u. a. mit weniger oder mehr Erfolg praktisch durchgeführten Theorie beruhend, neuerdings in der Autochromplatte der Gebr. LUMIÈRE seinen höchsten Triumph feiert. Freilich stellt auch dieses Verfahren nicht den Abschluß, das Ende unseres Strebens dar: erst ein die Herstellung von Farben d r u c k e n ermöglichendes Verfahren, das allerdings ebenso ausgezeichnet zwangläufig die Farben wiederzugeben imstande sein müßte, kann als das Ideal der Naturfarbenphotographie bezeichnet werden.

Das LIPPMANN'sche Verfahren, welches wohl auch ein direktes ist, vermag unseren Wünschen nicht zu entsprechen, so überaus interessant seine wissenschaftlichen Grundlagen sind. Die Theorie, welche der LIPPMANNschen Farbenphotographie zugrunde liegt, ist durch zwei deutsche Gelehrte aufgestellt worden: WILH. ZENKER und OTTO WIENER, diese hinwiederum knüpfen an die Versuche SEEBECK's, EDMOND BECQUEREL's, NIEPCES DE St. VICTOR's an. OTTO WIENER war es auch, der uns die Theorie von den „absorptionsmäßig lichtempfindlichen Körpern“ brachte,

1) Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 1873, VI, S. 1305; Phot. Mitt. IX, S. 236.



die dem Ausbleichverfahren zugrunde liegt und welche auch die Farbenwiedergabe beim Chlorsilber erklärt.

R. W. BUNSEN und ROSCOË waren es gewesen, die zum erstenmale die photochemischen Reaktionen einer mathematischen Behandlung unterwarfen: sie darf man als die wissenschaftlichen Begründer unseres Wissenszweiges betrachten. Ihr Chlorsilberphotometer ist bekannt [1]). Wir erwähnen die neueren Untersuchungen über theoretische Silberhaloide von WTTSTEIN, v. BIBRA, HUNT, v. D. PFORDTEN, MUTHMANN, die teilweise Gemische von $AgCl + Ag$, teilweise wohl charakterisierte Körper von der empirischen Formel Ag_2C annahmen. Eine Zerlegung durch Ammoniak, Salpetersäure gelang den einen wohl, dem andern nicht. Man wird diese Erscheinung des öftern in der Geschichte der Photochemie finden.

Andere bedienten sich zur Messung der Lichtenergie des elektrischen Stromes, welcher dann entsteht, wenn man zwei mit Chlorsilber überzogene Silberplatten in eine leitende Flüssigkeit taucht, die beiden unter Zwischenschaltung eines Galvanometers leitend verbindet und nun die eine belichtet, die andere in Dunkelheit hält. Der Strom geht von der belichteten Elektrode zur unbelichteten; je nach der Reaktion der Flüssigkeit wechselt die Polarität; ultraviolettes Licht war wieder besonders aktinisch. EDMOND BECQUEREL [2]) bediente sich als erster solcher Zellen; mit besonderem Glück experimentierte der leider zu früh verstorbene LUGGIN [3]) mit ihnen. Nicht vergessen dürfen hier die bedeutungsvollen Messungen LUTHER's [4]) werden, der auf elektrometrischem Wege, durch Potentialmessungen des belichteten Chlorsilbers dem unterbelichteten gegenüber einen Einblick in die Natur der Subhaloide zu gewinnen hoffte. Auch Verfasser hat sich auf Anraten EMIL BAURS mit ihnen beschäftigt zur Bestimmung seiner synthetisch hergestellten Photohaloide. [5])

Die Bezeichnung „Photohaloide" verdankt ihre Entstehung dem um die theoretische Photographie hochverdienten Amerikaner CAREY LEA. [6]) Auf rein synthetische Weise, durch partielle Reduktion besonders or-

---

1) POGG. Ann. **96**, S. 373; **100**, S. 43, S. 481; **101**, S. 235; **108**, S. 193; **117**, 529; **193**, S. 595.

2) BERQUEREL, La lumiere, ses causes et ses effets Bd. II, S. 121.

3) Zeitschr. phys. Chem. **23**, S. 613; **14**, S. 386.

4) Zeitschr. phys. Chem. **30**, S. 628 (1899).

5) Über das farbenempfindl. Chlorsilber und Bromsilber (Abh. d. Nürnberger Naturhist. Ges., Bd. 15. Inaug. Diss. d. techn. Hochsch. München 1904.

6) Am Journ. Ser. 1887, III. Ser. **33**, S. 349; S. 480; S. 489, **38**, S. 356; **41**, S. 259 etc. etc.



ganischer Salze des Silbers, der eine Behandlung mit Salzsäure folgte, gelang es ihm, schön rot und blau gefärbte Subchlorsilberverbindungen zu erhalten. Verfasser hat gleichfalls auf rein synthetische Weise, unter völligem Ausschluß von Licht, durch Zusammenmischen von Silber in kolloidalem Zustand mit Chlor resp. Brom, gelöst in Wasser, diese Photohaloide erhalten, die sich höchst lichtempfindlich erwiesen und die eine homogene Mischungreihe darstellen.

GÜNTZ [1]) hat u. a. in einem überaus hübschen Experiment die stärkere oder schwächere Abspaltung des Chlors aus dem normalen Chlorsilber bei der Belichtung nachgewiesen: er füllte Glasröhren mit Chlorsilber und setzte sie wohlverschlossen dem Lichte aus. Es entstand je nach dem Grade der Belichtung ein stärkerer oder schwächerer Druck des freigewordenen Chlors, den man messen konnte, und der der Schwärzung des Chlorsilbers entsprach. Im Dunkeln, wenn die zersetzende Energie des Lichts aufhörte, ging der Druck zurück, es bildete sich wieder normales Chlorsilber.

Aus allerneuester Zeit liegen uns höchst wertvolle theoretische Beiträge von ABNEY, HURTER und DRIFFIELD, SHEPPARD-MEES, LÜPPO-CRAMER, vor allem aber von J. M. EDER [2]) vor. Unmöglich wäre es, die Namen aller Berufenen und Unberufenen, Theoretiker und Praktiker zu nennen, die heutzutage in der wissenschaftlichen Photographie tätig sind. In der „Zeitschrift für Photochemie", begründet von ENGLISCH, herausgegeben von SCHAUM, besitzt die wissenschaftliche Photographie auch ein eigenes Organ.

Das interessante Geheimnis von der Natur des „latenten Bildes" haben aber alle Untersuchungen nicht lüften können. Man hatte eine große Menge von bemerkenswerten Tatsachen gefunden; der Umstand aber, daß die bei der Zersetzung auftretenden Unterschiede mit unseren bisjetzigen Meßinstrumenten kaum feststellbar sind, erschwert das tiefere Eindringen Drei Theorien haben sich hauptsächlich gebildet:

Die Subhaloidtheorie,
die Silberkeimtheorie,
die Zerstäubungstheorie.

Letztere, auf dem eigentümlichen von SCHULTZ-SELLACK gefundenen Verhalten des Jodsilberpulvers, unter dem Einfluße von Licht zu zerfallen, beruhend, hat G. BREDIG zum Urheber; sie ist aber heutzutage verhältnismäßig zurückgetreten gegenüber den beiden anderen Theorien.

Die Photographie hat das Glück, in J. M. EDER einen ausgezeichneten

---

1) Compt. rend. (1891) **112**, S. 1212; **128**, S. 996; 1905.

2) s. n. Sitzungsber. der Kais. Akad. d. Wiss. Wien (Math.-naturw.) Klass. Bd. CXIV, Abs. IIa, 1905.



Historiographen zu besitzen, welcher mit ungeheurem Fleiß seit wohl 3 Jahrzehnten alles Material gesammelt und in seinem „Handbuch der Photographie“ als 1. Band veröffentlicht hat. Neben diesem Werke hat vor allem JOH. CARL FISCHER's achtbändiges Werk über „Geschichte der Physik“ (1801—1808) dieser Abhandlung als Grundlage gedient, außerdem des Verfassers Einleitung zu seiner Abhandlung „Über das farbenempfindliche Chlorsilber und Bromsilber“ (München 1904). Einer eigenen Darstellung soll die Geschichte der Naturfarbenphotographie vorbehalten sein.

Alfred Krupp und die Erfindung der Gussstahlläufe.

Von

F. M. FELDHAUS, Friedenau.

Es ist ein allgemein verbreiteter Irrtum, Alfred Krupp habe das erste gußstählerne Geschützrohr bereits im Jahre 1841 angefertigt. Selbst in den verschiedenen größeren und kleineren Werken über Krupp findet man diesen Irrtum. Anscheinend hat noch niemand vor mir das Material des Kriegsministeriums, der Artillerie-Prüfungskommission und der Fabrikleitung in Essen benutzt.

Nachdem ich die Akten der beiden behördlichen Archive in Berlin teils direkt, teils auszugsweise eingesehen hatte, sandte ich mein Material an die Essener Fabrikleitung und erhielt dort — allerdings nach nicht geringen Schwierigkeiten — weitere wertvolle Aufschlüsse, die ich zu nachfolgender kurzer Übersicht zusammenfasse.

Alfred Krupp wurde am 26. April 1812 zu Essen als Sohn von Friedrich (nicht Friedrich Peter) Krupp, der damals „alle Sorten feinen Stahl, auch Guß-, Rund- und Triebstahl“ anzufertigen begann, geboren. Als Sohn eines vermögenden Mannes erhielt er, der Tradition seiner alteingesessenen Familie gemäß, eine gute Erziehung. Doch schon im Alter von 13½ Jahren mußte er die Schule verlassen, um dem Vater, dessen technischen Arbeiten der äußere Erfolg versagt blieb, im Geschäft behilflich zu sein. Nebenbei besuchte er zwar noch die Quarta des Essener Gymnasiums, doch schon nach einem halben Jahr mußte er sich gänzlich dem Geschäfte widmen und wieder ein halbes Jahr später stand er, noch nicht 14½ Jahr alt, als Ernährer der Familie am Totenbett seines Vaters.

Wie der Knabe unter den größten Entbehrungen, mit ungenügender Vorbildung und noch ungenügenderen Mitteln sich durchkämpfte, wie er insgesamt „25 Jahre lang“ brauchte, um es zu einer leidlichen Existenz zu bringen, das hat er oft genug in seinen großen Tagen erzählt.

Das Vierteljahrhundert seines emsigen Strebens, von dem Krupp berichtete, war also erst mit dem großen Erfolg der Londoner Weltausstellung

von 1851 zu Ende. Und dort war es eben, wo er zum ersten Mal ein Geschützrohr aus Gußstahl öffentlich zeigte. Krupps Bedeutung als Techniker geht zwar weit über seine Bedeutung als Kanonenkönig hinaus. Der auf jener ersten Weltausstellung von Krupp ausgestellte 4300 kg schwere Gußstahlblock war eine weit größere technische Leistung als das daneben stehende Gußstahl-Geschützrohr, und doch bleibt dies — noch heute im Berliner Zeughaus ausgestellte — Prunkgeschütz eines der wichtigsten Denkmäler der neueren Technik.

Auf die Erfindung der Geschützrohre aus Gußstahl kam Krupp durch Versuche mit Gewehrläufen aus Gußstahl. Es war nämlich im Jahre 1836 an ihn von München aus die Anfrage nach solchen Gewehrläufen ergangen, doch erst 7 Jahre später wandte Krupp sich mit seinem Fabrikat an die Militärbehörden zu Saarn, Suhl, Potsdam und Deutz. Am 1. März 1844 sandte Krupp zum ersten Mal zwei seiner Gewehrläufe an das preußische Kriegsministerium in Berlin. Der preußische Kriegsminister von Boyen ließ ihm auf diese Probesendung am 23. März 1844 antworten, daß die in Gebrauch befindlichen eisernen Läufe der Armee „kaum etwas zu wünschen übrig ließen." Ende 1843 oder Anfang 1844 wandte sich Krupp mit seinen gußstählernen Läufen nach Paris und erhielt von der französischen Versuchskommission unter dem 22. März 1844 einen günstigen Bericht über sein Fabrikat.

Aus dem vorerwähnten Briefe Krupps an den preußischen Kriegsminister (Akten des Geheimen Archivs des Kriegsministeriums in Berlin) geht hervor, daß Krupp an Stelle des Schmiedeeisens der Gewehrläufe und der Bronze der Geschütze ein einziges Material, nämlich den Gußstahl, setzen wollte. „Es ist mir dann gelungen — berichtet Krupp in der Eingabe — einen Gußstahl herzustellen, der die Eigenschaft der Festigkeit, Reinheit und Dehnbarkeit vereinigt, im höheren Grade besitzt als irgend ein anderes Metall, und daraus Gewehrläufe mit Mündung versehen, aus einem massiven Körper, ohne Schweißen, anzufertigen." Einer der beiden, diesem Schreiben an den Kriegsminister beiliegenden Gewehrläufe war „ausgeschmiedet und dann in erkaltetem Zustande krummgeschlagen". Krupp stellte dem Kriegsminister anheim, den Lauf zur Prüfung der Güte des Materials wieder kalt zu strecken und versichert, daß derselbe nicht brechen werde. Krupp stützte sich dabei auf die Tatsache, daß bereits in der Kgl. Artillerie-Werkstatt zu Deutz ein solcher Lauf versucht und für gut befunden worden sei. Auch habe die Kgl. Gewehrfabrik zu Saarn einen seiner Gußstahlläufe fertig gemacht: „zum strengeren Versuch der Festigkeit des Materials ist derselbe auf die Hälfte der vorschriftsmäßigen Metallstärke abgefeilt und die gewöhnliche Schießprobe bis zu 6 Lot Pulverladung erhöht worden. Endlich erhielt der Lauf stellenweise Er-



weiterungen, jedoch ohne zu zerreißen." Krupp offerierte „das rohe Material pr. Pfd. 7½ Sgr.; geschmiedete Läufe bei großer Produktion auf 12½ Sgr. pr. Pfd. und geschmiedete Kanonen auf 14 bis 15 Sgr. pr. Pfd." Ein Prüfungsbericht über das Kruppsche Material, datiert Deutz den 10. Januar 1844, sagt, daß „zu Gewehr- und namentlich zu Büchsenläufen dieser Stahl (abgesehen von den Kosten) unbedingt den Vorzug haben" würde.

Es ist zu bedauern, daß im Berliner Zeughaus unter Nummer 485 des Führers ein gewöhnliches glattes schmiedeeisernes Geschützrohr der schwedischen Fabrik zu Aker als „Kruppsche Kanone von 1843" etikettiert ist. Es ist das umsomehr zu verwundern, als das handschriftliche Inventar (Lauf. Nummer 355, A. B. 7056) den schwedischen Ursprung dieses Rohres deutlich angibt. Dieses Geschütz mit seiner falschen Bezeichnung scheint mit Ursache zu sein, daß man die Erfindung der Gußstahl-Geschützrohre durch Krupp vor das Jahr 1843 verlegt.

Tatsächlich machte Krupp in dem erwähnten Schreiben vom 1. März 1844 zum ersten Mal den Vorschlag, Gußstahl zu Geschützrohren zu verwenden. 1845 konnte er, wie er angab, Gußstahlblöcke bis höchstens 700 Pfund, bearbeitete Gußstahlrohre bis höchstens 300 Pfund Gewicht liefern. Über das erste Kruppsche Gußstahlgeschütz erhielt ich von der Artillerie-Prüfungskommission in Berlin folgende aktenmäßige Angaben. „Nach längeren Verhandlungen mit dem Königlichen Kriegsdepartement unterbreitete Krupp diesem 1847 den weiteren Vorschlag, einen 3 Pfünder zur eingehenden Prüfung zur Verfügung zu stellen, der aus einem dünnwandigen gußstählernen Kernrohr bestand, das in einem gußeisernen Schaft (Mantel) eingelagert war, um das Rohr schwer zu machen und mit Schildzapfen versehen zu können. Zur Verbindung beider diente eine stählerne Bodenschraube, deren Kopf sich in Form einer bei glatten Kanonen üblichen Traube gegen die Bodenfläche des Mantels legte. Gegen seitliche Verschiebungen sicherte eine Stiftschraube, die in den Boden des Kernrohres eingriff. Das Kernrohr der fertigen Kanone wog 229 Pfd., das Gesamtgewicht einschließlich Bodenschraube betrug 490 Pfund."

„Die Versuche, 1848 wegen Kriegsgefahr verschoben, fanden im Juni 1849 statt. Bei 200 scharfen Schüssen (Kugelgewicht 2 Pfd. 21 Lth., Ladung 1½ Pfd. Geschützpulver) tadelloses Verhalten des Materials; bei Gewaltsprengversuchen Rohr schließlich bei 3 Kugeln und 8facher Ladung zu Bruch gegangen. Vorzüge des Gußstahls gewürdigt; aber Zweifel erhoben, ob Fabrik imstande sein würde, Stahl von gleichartiger Beschaffenheit in größeren Mengen herzustellen. Erst am 4. September 1849 erfolgte seitens Krupps an die Artillerie-Prüfungskommission das Angebot, einen 6 Pfünder nach derselben Konstruktion aber mit Bronzemantel zu

liefern. Veranlassung zu diesem Angebot war wohl die besonders kräftige Zerlegung des Gußeisenmantels beim Springen des Geschützes.“

Im Jahre 1850 stellte KRUPP das bereits erwähnte Prunkgeschütz her, das aus gußstählernem Kernrohr mit gußeiserner Ummantelung gebildet ist. Es erregte im folgenden Jahre auf der Londoner Weltausstellung großes Aufsehen. Gegenwärtig steht es als „blanker Gußstahl-Sechspfünder in Lafette von braun poliertem Holz“ im Berliner Zeughaus (Nr. 468 des Führers). Auf der erwähnten Londoner Weltausstellung konnte Krupp, wie schon gesagt, auch einen Gußstahlblock von 4300 Pfund zum Staunen der ganzen Stahlindustrie zeigen.

Die Londoner Ausstellung machte Krupp bekannt und es liefen Bestellungen auf Eisenbahn-, Schiffs- und Maschinenmaterial ein. Am 21. März 1853 wurde ein achtjähriges preußisches Patent auf nahtlos geschweißte Radreifen für Eisenbahnräder erteilt. Aus diesem Patent schöpfte Krupp jahrelang die Mittel zu seinen artilleristischen Versuchen. Am 16. Juni des Jahres 1853 besuchte der Prinz von Preußen, nachmaliger Kaiser WILHELM I., die KRUPPsche Fabrik. Auf den 17. Februar des folgenden Jahres fällt die Geburt des Sohnes FRIEDRICH ALFRED KRUPP, mit dessen Tod (1902) die männliche Linie erlosch. Früh trat besonders der bayrische Oberst WEBER, Direktor der Geschützgießerei zu Augsburg, in DINGLERS Polytechnischem Journal (1855) für die Einführung der KRUPPschen Gußstahlgeschütze ein und auf der im gleichen Jahre zu Paris stattfindenden Ausstellung kam eine zwölfpfündige Granatkanone zur Geltung. Gleichzeitig konnte KRUPP einen Gußstahlblock vorführen, der 5000 kg wog. NAPOLEON III. ernannte KRUPP zum Ritter der Ehrenlegion. Daß sogar eine Bestellung auf 300 Stück Geschütze seitens Frankreichs erfolgte, die aber wegen einer herrschenden Geldkrisis zurückgezogen worden und dadurch nicht zur Ausführung gekommen sei, ist unrichtig. Rußland, Holland, Württemberg, die Schweiz, Hannover, Spanien, Österreich und England machten Versuche mit diesen Geschützen. Ägypten aber war das erste Land, das Bestellungen machte: in den Jahren 1856 bis 59 kamen 36 Geschütze dorthin zur Ablieferung. Nach Versuchen mit Sechspfündern von KRUPP wurden am 7. Mai 1859 300 Feldgeschütze von Preußen bestellt. Daß der damalige Prinzregent, spätere Kaiser WILHELM I., die ursprüngliche Zahl „einhundert“ in „dreihundert“ geändert habe, wie man allgemein liest, konnte ich auf Grund des eingesehenen Aktenmaterials noch nicht unzweifelhaft feststellen. Ich werde hierauf nach weiterer Durchsicht der Akten noch einmal an dieser Stelle zurückkommen. Dreihundert Geschütze (9 cm-Geschütz c/61) kamen 1861 zur Ablieferung an Berliner Fabriken, die mit der Fertigstellung der von KRUPP geschmiedeten und vorgedrehten Rohre beauftragt waren.



Kleinere Mitteilungen.

Über Versuche bei den Muslimen.

Von Eilhard Wiedemann.

Bei einer früheren Gelegenheit habe ich darauf aufmerksam gemacht, wie nach verschiedenen Richtungen von den Muslimen zur Prüfung theoretischer Anschauungen und von mitgeteilten Tatsachen Versuche angestellt wurden; daß dies auch bei meteorologischen Problemen geschah, zeigt folgende Angabe von Mis'eir Ibu Muhalhil (X. Jahrh.), die uns Jâqût bei der Besprechung des Berges Dunbaroend in Persien überliefert hat. Sie lautet:

„Wenn lange Zeit bei ihnen (den Bewohnern der Gegend) die Regengüsse andauern und sie durch dieselben Schaden erleiden und sie deren Aufhören wünschen, dann gießen sie Ziegenmilch ins Feuer und sie hören auf. **Ich** habe dies entsprechend ihrer Behauptung mehrmals versucht und **ich** fand, daß sie Recht hatten."

So ist hier scheinbar ein Aberglaube durch einen Versuch bestätigt.

Zur Kenntnis der Phosphoreszenz bei den Muslimen.

Von Eilhard Wiedemann.

Bei zahlreichen chemischen Operationen mußten die Alchemisten auch auf die phosphoreszierenden Schwefelcalciumverbindungen usw. geführt werden; auch die Erscheinung, daß Körper durch Reiben zum Leuchten kommen, konnte ihnen nicht verborgen bleiben; die Kenntnis beider Tatsachen spiegelt sich in manchen Märchen wieder. Aber auch die Phos-



phoreszenz natürlicher Mineralien war ihnen bekannt. In dem großen geographischen Lexikon von Jâqût (Bd. 1 S. 529) heißt es von Badachschân, einem Ort in Persien, von dem die schönsten Rubine kommen: „Und dort findet sich ein Stein, der, wenn er in ein finsteres Zimmer gebracht wird, einen Gegenstand ein wenig erleuchtet." Ähnlich sagt al Muqaddasî: „und dort findet sich ein Stein, der, wenn er in ein finsteres Zimmer gebracht wird, einen Gegenstand in der Nähe erleuchtet."

Über die Bestimmung der Zahl π durch Wägung durch Nicolaus von Cusa.

Von Eilhard Wiedemann.

In seiner in Dialogform abgefaßten Schrift de staticis experimentis behandelt Nicolaus von Cusa (1401—1464) in einer wohl noch nicht beachteten Stelle die Verwendung der Wage zur Bestimmung des Inhaltes von Flächen geometrischer Figuren und implicite der Zahl π. Die Stelle lautet:

„Redner: Was hälst du von der Geometrie? Laie: Ich glaube, daß die angenäherten Verhältnisse des Kreises und des Quadrates und alles andere, was sich auf den Unterschied (Verhältnis differentia [1])) des Inhaltes von Figuren bezieht passender durch die Gewichte als in anderer Weise ermittelt werden kann; denn wenn du ein säulenförmiges Gefäß von bekanntem Durchmesser und bekannter Höhe anfertigst und ein anderes würfelförmiges von demselben Durchmesser und derselben Höhe und beide mit Wasser füllst und wiegst, so wird dir aus der Verschiedenheit der Gewichte das Verhältnis des eingeschriebenen Quadrates zu dem Kreis, dem es eingeschrieben wird, bekannt. Hieraus ergibt sich durch einen naheliegenden Schluß die Quadratur des Kreises und was du darüber zu wissen wünschest. So wenn du zwei ganz gleiche Bleche nimmst und das eine zu einem Kreise biegst, um ein säulenförmiges Gefäß zu erzeugen und das andere zu einem quadratischen Gefäß, damit ein Würfel entsteht und die Gefäße selbst mit Wasser füllst, erfährst du aus dem Verhältnis der Gewichte das Verhältnis eines Kreises und eines Quadrates von gleicher Peripherie. Ebenso wenn du mehrere solcher Bleche hast, wirst du beim Dreieck, Fünfeck, Sechseck u. s. w. die Verhältnisse des Inhalts untersuchen können. Auf ähnliche Weise wirst du mittelst des Gewichtes dahin kommen können, daß du imstande bist, den Inhalt von Gefäßen irgendeiner Gestalt zu bestimmen und zur Herstellung von Instrumenten zum Messen und Wägen zu gelangen, so: wie man Wagen verfertigt, wie ein Pfund infolge des Abstandes vom Mittelpunkt tausend hebt und zu dem verschiedenen Herabsinken auf geraderen und krummeren Linien und dazu, wie man alle die feinen Instru-

1) Wir werden differentia mit Verhältnis übersetzen.



mente der Schiffe und Maschinen konstruieren muß. Daher meine ich, daß dieser Versuch mit der Wage zu allen geometrischen Fragen von großem Nutzen ist".

Bisher nahm man, soweit mir bekannt, an, daß die älteste Erwähnung über die Rektifikation von Kurven mittelst der Wage sich in einem Brief TORRICELLIS an ROBERVAL vom 1. Oktober 1643 fände, wo derselbe schreibt: GALILEI habe vor 45 Jahren, also etwa 1598 der Cycloide ihren Namen gegeben, er habe versucht, deren Fläche zu messen und sich dazu unter anderem auch einer Wage bedient, auf welcher er die materielle Cycloidenfläche und ebenso den materiellen erzeugenden Kreis abwog, appensis ad libellum spatiis figurarum materialibus [1]) usw.

Wie wir eben gesehen, findet sich aber die älteste Angabe über die Verwendung der Wage zur Lösung von mathematischen Problemen bereits um 100 Jahre früher.

NICOLAUS VON CUSA hat auch in anderer Weise die Bestimmung der Zahl π angestrebt, indem er z. B. die Methode der Arkufikation benutzte (vgl. M. CANTOR, Geschichte der Mathematik, II. Aufl, Bd. II, S. 198. 1900.

Mineralogisch-chemische Bemerkungen von der europäischen Studienreise Jacquin d. J. 1788—1790.

Mitgeteilt von Dr. E. M. KRONFELD (Wien).

In den Jahren 1789—1790 unternahm der Sohn des berühmten „Linné Österreichs" JOSEF Freiherr von JACQUIN, der im Jahre 1796 Lehramtsnachfolger seines Vaters NIKOLAUS [2]) an der Wiener Universität wurde und daselbst bis zu seinem im Jahre 1839 erfolgten Tode wirkte, im Auftrage des Kaisers JOSEF II. eine technologisch-wissenschaftliche Studienreise durch das gelehrte Europa. Von der Reise aus sandte JACQUIN d. J. an seinen Vater, seinen Bruder Gottfried und seine Mutter (geborene SCHREIBERS) entsprechend der umfassenden Lehrbestellung seines Vaters, der 1763 bis 1768 Chemie und Mineralogie an der Bergakademie in Schemnitz [3]) lehrte und die Fächer gemeinsam mit Botanik auch später in Wien vertrat, ausführliche Briefe, die reich an naturwissenschaftlichen Bemerkungen sind. Bei der Durcharbeitung der mir im Original vorliegenden Briefschaften

1) Vgl. M. CANTOR, Geschichte der Mathematik, 2. Aufl., Bd. 2, S. 886.

2) Eine biographische Skizze über diesen Niederländer, der gleich VAN SWIETEN für den Aufschwung der Wissenschaften in Österreich von großer Bedeutung wurde, hat der Verf. in der Österr. Rundschau, 1905, S. 237—251 gegeben.

3) Daselbst war unser Josef am 7. Februar 1766 geboren.



habe ich mich wegen ihres Umfanges zu der geteilten Veröffentlichung ihres Inhaltes entschlossen und teile zunächst in Nachfolgendem das Mineralogisch-Chemische mit. Wenn auch die Hauptsache der Korrespondenz der mineralogische Tauschverkehr ausmacht, so enthält sie mit Bemerkungen über Phosphorerzeugung, künstliche Kältemischungen, die elektrische Zerlegung des Wassers usw. doch Mitteilungen, die für die Geschichte der Chemie von Belang sind.

(Mein Cicerone ist hier der Steinschneider Müller), mit dem ich auch gestern herumlief, um Granite und Feldspate zu sammeln, welche man hier in Menge antrifft; besonders sind die letzteren von den schweizerischen Adularien fast gar nicht zu unterscheiden; ich habe ein kleines Kistchen davon zusammengemacht und werde es mit einer in ein paar Tagen von hier nach Wien gehenden Fuhre schicken,

(An den Bruder, Karlsbad, 18. Mai 1788.)

Soeben komme ich von Herrn MILLER, wo ich eine Kiste mit Steinen zu sammengepackt habe, welche künftige Woche mit einem nach Wien gehenden Fuhrmann abgehen wird. Es sind zwar keine Seltenheiten, indessen werden sie Ihnen doch wie ich hoffe angenehm und des Fuhrlohnes und der paar Gulden, die ich dafür gegeben habe, wert sein. Die Granite, Feldspate, seinsollende Laven, Thone, Jaspis, Holzsteine, sind alle sozusagen aus der Stadt Karlsbad. Ich habe fast alle selbst gesammelt, nur mußte ich anfangs MILLERN einige abkaufen, damit er mich an die Örter führte, wo man sie findet. Die Zinngraupen, Wolframe, Wasserbleie sind, wie Sie selbst kennen werden, von Schlackenwald. Die schönen Schwerspate aber von Mies. Diese letzteren Sachen habe ich zu Schlackenwald um 2 Fl. gekauft.

Gestern waren wir in Gesellschaft des MILLER zu Schlackenwald. Man braucht zum Fahren oder Reiten 5 Stunden, zum Gehen rechnet man sonst 3 Stunden. wir gingen es aber in 2 Stunden. Ich sah die ganze sehr einfache Zinnschmelzmanipulation und die übrigen Tagewerke. Jetzt bricht eigentlich nichts Schönes sondern Alles was man findet, ist vor einigen Jahren gebrochen. Von zu Schönfeld gebrochenen, sogenannten weißen Zinngraupen findet man nun gar nichts mehr, vor Zeiten soll man aber Stücke bis 6 Pfd. schwer gefunden haben. Überhaupt scheint das ganze Werk in Verfall zu sein. Es trägt jährlich kaum 10000 Fl. Gewinn.

(An den Vater, Karlsbad, 20. Mai 1788.)

Den 22. fuhren wir in Gesellschaft des Grafen (Czernin) in den Einigkeitsschacht ein, wo ich den Anbruch sah, wo krystallisiertes Rotgulden bricht, BAUER stufte ein paar hübsche Stücke ab, welche ich bei erster Gelegenheit schicken werde Die Krystalle sind zwar klein, aber sehr wertig und mit Kieskrystallen genau von der nämlichen Figur vermischt. Von Stufen habe ich nicht sehr viele bekommen können. Etliche hübsche Stücke habe ich mir abschätzen lassen und einige habe ich unter der Hand bekommen. Es sind meistens Rothgulden und kleine Stücke, aber schön. Der Bergrat PEITHNER hat mir ein paar kleine Stücke des Bleistädter Opals im Bleiglanz gegeben, das ist wirklich eine von den seltensten



Sachen, die nur existieren. Sie wurden im Scheidekram gefunden und man weiß nicht einmal, aus welcher Grube sie sind.

(An den Vater, Johanngeorgenstadt, 26. Mai 1788.)

Heute nachmittag besah ich die Sammlung des Bergmeisters SCHMIDT, worin denn natürlich sehr prächtige Hornerze sind. Unter anderem hat er aber eine Rothgüldenstufe, wie ich sie vielleicht nicht mehr sehen werde. Er sagte gerade heraus, SCHUBART müsse Sie mit dem Hornerz betrogen haben, und zum Beweise schätzte er mir 6 Stückchen ab, die alle recht derb und fast alle größer als Ihre sind, für die ich nur in allem 2 Fl. bezahlte. Freilich ist keine crystallisiert. Er schenkte mir auch noch etliche Stückchen Hornkupfer, crystallisierte Kobaltblüte usw.

Sie sind alle herrlich und ich bin ordentlich stumpf durch alle die außerordentlich schöne Sachen, die ich hier gesehen habe; besonders ist die Papstische Sammlung über alle Vorstellung. Daß ich viele und schöne Hornerze gesehen habe, können Sie sich leicht einbilden und doch muß ich Ihnen sagen, daß das Ihrige unter die Besten gehört. Das schönste, was ich gesehen habe, ist ein kleines Stückchen in der akademischen Sammlung und das größte ist in der Sammlung des Bergr. GELLERT.

(Die berühmte Sammlung des verstorbenen Hauptmanns PAPST.)

Zu Schneeberg machte ich die Bekanntschaft des Bergrates BEYER, der der erste Entdecker und Bekanntmacher der crystallisierten Hornsteine ist. Er hat eine schöne Sammlung und außer vielen herrlichen englischen Sachen, wie leicht zu begreifen ist, eine Menge der schönsten Hornsteine. Er hat mir freiwillig angetragen, mit Ihnen zu tauschen und mir versprochen, an Sie zu schreiben: es wäre ein vortrefflicher Korrespondent, und die Hornsteine sind hier so selten wie in Wien. Er hat 5 Schubladen voll, daß mir das Herz weh tut ......

Als ich auf dem Himmelsfürsten war, wurden eben eine Glaserzstufen und eine gediegene Silberstufe herausgebracht. Sie sind so schön, daß ich mich nicht enthalten konnte, sie abschätzen zu lassen; sie kommen freylich hoch, nehmlich auf 27 Fl. 30 Kr., aber es ist innerlicher Werth und ich hätte sie in Freyberg gleich mit Profit verkaufen können; sollte es Ihnen zu viel seyn, so könnten sie solche entweder dem kaiserlichen Cabinette geben, oder mir sie wieder nach England schicken, wo mirs nicht bange ist, sie gut anzubringen. Die kleine gediegene kostet 2 Fl. und man wollte mir hier einen Louisdor dafür geben. Das Glaserz ist ganz so crystallisiert wie der Bleierzglascrystall, den Ihnen ZELECZKY von hier mitbrachte. Von dem weißen Schörl habe ich ein paar schöne Stücke, er ist sehr selten, wie auch von dem Topase auf der Mutter. Die rosenfärbigen Apatiten, wie Ihre Druse, sind eine der größten Seltenheiten .... Ein Stück Basalt von Stolpen werden Sie auch bekommen, sie sind selten, weil man sie von dem Berg wegsägen muß, denn beym Schlagen zerspringen sie. Weißes Antimonium sah ich hier schönere Stücke als in Wien. Der Stangenspat ist nun auch sehr selten, wie auch das Hornkupfer. (An den Vater, Freiberg, 10. Juni 1888.)

Mineraliensammlungen sind hier eigentlich 3, und zwar die Kurfürstliche, die des Freyherrn von RACKNITZ und die des Kanzellisten SCHLIPALIUS. Die erste sah ich nicht vollkommen, denn da man eben beschäftiget ist, sie neu einzurichten, so hat man nur das Beste in einigen Kisten zusammengestellt, um es den Fremden zu zeigen. Von ihrer Größe und Vollständigkeit kann ich also nicht urtheilen.



Einzelne prächtige Stücke sah ich viele hier, worunter sich vorzüglich ein großes Stück sogenannter Hühneraugenkalkspath, ein großes Stück derber grüner Flußspath und endlich die Hornerze auszeichnen. Von letzteren sind mehrere Stücke vorhanden, besonders aber sind 3 vorzüglich schön, nehmlich das berühmte große Stück, welches 7 Pfd. wiegt; es war vormals noch größer, aber Dr. TITIUS hat es schon sehr beschnitzelt, wie auch das Stück so Weiß nach Wien gebracht hat, vermuthlich davon ist, denn es sieht völlig so derb aus. Dann kommt eine faustgroße Gerade, die ganz derbes Hornerz ist und endlich eine große gediegene Silberstufe, auf der die eine Seite fast gänzlich mit derbem Hornerz überzogen ist. Doch ziehe ich allen diesen Stücken noch immer das kleine, so in der Akademie zu Freiberg ist. vor. Die zweyte Sammlung ist des Freyherrn von Racknitz seine. Sie ist zwar nicht sehr zahlreich aber enthält doch auch viele schöne Stücke. Von den Apatiten hat er die prächtigsten, die existieren. Von den Wärmsdorfer Weltaugen hat er auch das größte, so gefunden worden ist; es ist fast wie eine welsche Nuß groß. Diese Weltaugen sind milchweiß, und spielen, wenn sie in Wasser gelegen, wie die prächtigsten Opale. Man hat nur wenige Stücke bey Hubertsburg oder Wärmsdorf zwischen Dresden und Meißen, als man die Straße reparierte, gefunden. SCHLIPALIUS' Sammlung ist zwar in einzelnen Stücken nicht so prächtig als des Kammerherrn RACKNITZ, aber viel vollständiger, besonders hat er unsere Mineralien fast alle. Mineralienhändler gibt es zwar einige hier, aber sie haben alle nichts als elendes Zeug; wenigstens diejenigen, zu welchen man mich geführt hat.

(An den Vater, Dresden, 23. Juni 1788.)

Nachrichten für den Papa.

Dr FORSTERS Kabinet ist ziemlich gut, obwohl das, was er von uns hat, das Beste ist. Sie können ihm viele Sachen schicken, besonders hat er wenig Krystallisationen. Besonders aber begehrt er: Tigererz, Stahlerz, Kapimker Feldspath, Regulus Antimonii, Flußspatherde, blauen Schörl, gehackte Quarze, Granatsteine, blaues Steinsalz, gediegenes Kupfer, ungarisches gediegenes Silber. Von sächsischen Sachen, Elbanern und Chalzedonen und Zeolithen hat er. Weißes Antimonium und Opalmutter möchte er auch sehr gern bekommen.

(An die Mutter, Halle, 10. Juli 1788.)

In dem Garten des hiesigen Waisenhauses findet man in der Dammerde kleine Nieren von natürlicher reiner Alaunerde. Ich ließ danach graben und sammelte eine Schachtel voll, welche ich nächstens schicken werde.

Im Braunschweigischen hat man ein mit Kalkerde gesättigtes Sedativsalz entdeckt. Wenn ich dahin komme, werde ich mich darum bekümmern.

(ibid.)

BOSE hat seine Sammlung theils verkauft; theils will er sie vertauschen. Er will nun bloß Silber- und Goldstufen sammeln. Er schenkte mir ein paar gute sächsische Stücke und läßt Sie recht sehr ersuchen, ihm — sei es um billige Geldpreise oder um Tausch — schöne Gold- und Silberstufen zu verschaffen, sie müssen aber in ihrer Art prächtig sein. Er hat superbe Stücke von Cuprum salitum, rothem Antimon, Apatiten und dem sogenannten Buttermilcherz, welches er aufheben wird bis er eine Antwort von Ihnen hat.

(An den Vater, Berlin, 24. Juli 1788.)



Professor KLAPROTH hat die Apatiten untersucht und gefunden, daß es blos Kalkerde mit Phosphorsäure ist.

HOLMSKIÖLD hat sein Kabinet für 20000 Thaler dem König von Dänemark verkauft, und ISERT hat schon ein Genus nach seinem Namen getauft.

(ibid.)

Von mineralogischen Merkwürdigkeiten hat man hier[1]) aber nichts als den spatartigen Tropfstein, der manchmal Knochen enthält, die aber von den Leuten hineingetragen und, wenn sie übersintert sind, als Seltenheiten verkauft werden. Die Marmorbrüche und Schleifereien sind hier außerordentlich groß, die Varietäten des Marmors aber nicht mannigfaltig; doch habe ich die Hauptabänderungen, so gut ich sie bekommen konnte, gekauft.

(An den Vater, Göttingen, 12. August 1788.)

Wenn Sie aber gute Sachen vom Harze wünschen, so kann ich Ihnen 3 gute Korrespondenten vorschlagen.

Prächtigere Sachen können Sie nicht bekommen als von dem Oberbergmeister STÖLZNER zu Clausthal. Er wünscht sehr Ungarische und Österreicher Mineralien zu besitzen, sammelt aber bloß Schaustücke und über faustgroß. Von dem könnten Sie aber Harzer Sachen haben, von welchen man in Wien keine Idee hat. Der zweyte ist der Bergschreiber VOLKMAR zu Goslar, der mir einige Stücke des sehr seltenen Schillerspath geschenkt hat, und der dritte ist der berühmte Leibmedicus BRÜCKMANN in Braunschweig, der Ihnen nächstens schreiben und einige Stücke von dem Lüneburger Sedativspath schicken wird. Ich konnte nicht mehr als zwey kleine Stücke davon bekommen, welche in der Kiste sind; bey dem kleineren ist noch ein kleinerer Crystall beigewickelt. Man findet sie in einem Gypssteinbruche.

In Braunschweig sah ich, außer einigen schönen Privatsammlungen, in der Herzoglichen Sammlung, unter vielen elenden Mineralien, einige außerordentlich prächtige Kalkdruseu und weiße Bleyspathe.

Professor KLAPROTH in Berlin hat die Marmarascher Erde untersucht und gefunden, daß es reiner Flußspath ist. (ibid.)

Professor FIBIG hat mir einige hübsche Stücke Bleispathe gegeben, wenn der Papa aber Mineralien aus hiesigen wünscht, so kann er solche nicht leichter bekommen, als durch den Professor der Cameralienwissenschaft zu Mainz Herrn NAU. Er wird dem Papa nächstens eine Kiste mit Sachen schicken. Ich habe ihm die Sachen von FIBIG auch gegeben, wie auch ein paar hübsche Sandsteine von Kassel. Er wird dem Papa das prächtigste Stück Zeolith schicken, das ich noch gesehen habe und wünscht hauptsächlich Gebirgsarten und Samen dagegen.

(An den Bruder, Aschaffenburg, 31. August 1788.)

Zu Mastricht besah ich den berühmten Sandsteinbruch, der Ihnen wohlbekannt sein wird. Man findet in dem Sandstein Feuerstein und Versteinerungen, unter anderem kam man vor ein paar Jahren auf ein Krokodilgerippe, welches ich bei dem Canonicus Godding gesehen habe und das das prächtigste Stück in dem Fache ist, das ich gesehen habe; der berühmte Camper hält es aber für ein noch unbekanntes Thier. (An den Vater, Rotterdam, 20. Sept. 1788.)

---

1) Blankenburg, Baumannshöhle.



Dr. DEIMAN ist einer der größten Praktiker in Amsterdam, aber zugleich ein großer Liebhaber von Physik und Chemie. An einem Abend, den ich in Gesellschaft der Herren van SWINDEN, TROOSTWYK, CUTHBERSON, BONN, NIEWLAND, BARNEVELD etc. zubrachte, machten wir verschiedene Versuche, unter Anderem, um die künstliche Kälte durch die Vermischung verschiedener Mittelsalze hervorzubringen, welches Ihnen schon bekannt ist; wir brachten das Thermometer auf diese Art von 15 Graden über Null auf 7 unter Null herunter; dann sah ich noch einen sehr interessanten Versuch; nämlich die Bereitung des Wassers durch die Verbrennung eines Gemisches von inflammaler Luft und dephlogisirter nach Herrn TROOSTWYKS Methode. Auf diese Art erhält man immer eine Säure und zwar verschieden nach der Säure, die man zur Bereitung der dephlogisirten Luft angewendet hat. Es wäre zu weitläufig, Ihnen die ganze Methode und alle darauf gegründete Einwürfe gegen die LAVOISIERsche Theorie hinzusetzen, da alles überdies in der gekrönten Preisschrift in den Harlemer Akten steht.

(An den Vater, Utrecht, 28. Okt. 1788.)

Herr ENGELBRONNER ist ein Deutscher und, wie man hier sagt, ein Chymist, d. h. er verfertigt Vitriolöl, Salpetersäure, Salzsäure, Weingeist, Liquor anodynus, alle essentielle Öle etc. im Großen und verkauft es an die Apotheker, verschickt es auch nach ganz Europa. Er ist ein sehr guter Chemiker und Mineraloge, hat noch mit LINNé und WALLERIUS correspondirt etc. Seine Mineraliensammlung ist im Ganzen genommen nicht außerordentlich, merkwürdig aber sind eine prächtige Edelsteinsammlung (er hat Steine, die 2—300 Gulden wert sind, darin), einige ostindische Jaspisse und Achate und zwei Tinkalkrystalle, die faustgroß sind und ihn selbst gegen 100 Fl. gekostet haben. Er ist bei der Boraxfabrik interessirt und hat in seinem Hause einen Vorrath von vielen hundert Zentner Tinkal und doch war er kaum zu bewegen, mich nur etliche kleine Krystalle aussuchen zu lassen. Er hat außerordentlich viel Achtung für Sie und wird Sie um Ihre Correspondenz bitten. Ich fand in seiner Sammlung ein Stück Idrianer Stahlerz mit einem Zettel von Ihrer Hand, welches er auf der Licitation von GRONOVIUS um 40 Fl. gekauft hat. Gewundert habe ich mich, daß er so viele Scheidewasser, Salzsäuren, Vitriolöl etc. nach Wien schickt, welches man bei uns doch viel wohlfeiler verfertigen können muß.

(ibid.)

Der Professor der Chemie ist jetzt Herr VOLTELEN, der auch sehr viel Gefälligkeit für mich hatte. Ich sah das chemische Laboratorium, wo BOERHAVE lehrte und wo Sie unter GAUBIUS zuerst Chemie hörten. Pr. VOLTELEN zeigte mir den Milchgeist, den er auf eine sehr einfache Art bereitet hat. Er nahm frische Milch, stellte sie ganz ohne Zusatz an ein temperiertes Ort und ließ sie des Tags 4 bis 5 mal wohl untereinanderschütteln, damit sie nicht gerann, in 2 bis 3 Tagen fängt sie schon an zu gähren, und nach 14 Tägen zog er den Geist davon ab. Er ist sehr stark und helle wie der beste Alkohol, von Geschmack sehr angenehm, der Geruch aber sehr widrig nach stinkendem Käse. Pr. VOLTELEN konnte auch das Käswasser und die Auflösung des Milchzuckers in Wasser nicht zum Gähren bringen. Wenn man die Milch mit einem Scheidewasser gerinnen macht, in welchem etwas Quecksilber aufgelöst ist, so wird der Tropfen blutroth, welche Farbe er auch getrocknet beibehält.

Pr. VOLTELEN beschäftigt sich nun mit Auflösungen die durch die Länge der Zeit bewirkt werden. So hat er Quecksilber in Vitriolöl, Silber in Salzsäure auf-



gelöst; wenn man Kupfer in Salmiakgeist hineinbringt, so bleibt er viele Jahre, ohne sich zu färben. (An den Vater, Leyden, 2. Dez. 1788.)

Der Chevalier Rasleigh hat wieder an Hawkins geschrieben und läßt sich dem Papa noch mahl empfehlen. Er glaubt der beste und wohlfeile Weg ihm etwas zu schicken, würde über Triest und dann gänzlich zur See nach London, seyn. Er fragt ob der Papa Cornwallsche Sachen oder überhaupt englische Mineralien haben will. Ich sagte überhaupt englische Mineralien. Die Kiste muß mit folgender Adresse seyn: To Mr Phillips Rasleigh Esqr. at Mr. Brook Walson Esqr. Garlik Hill, London.

Er wünschte sehr Regulus Antimonii nativus, Antimonium mineralisatum acido aëreo und folgende Cristallisationen zu haben.

Tab. XI,	Fig. 14		Tab. V,	Fig. 11 et 12	
„ VII,	„ 1		„ XVIII,	„ 4	
„ VII,	„ 2				
„ VII,	„ 5				
„ VII,	„ 8				

(An den Bruder, London, 7. März 1789.)

Ich vergaß Ihnen schon ein Paarmahl zu schreiben, daß es falsch sey, daß das elastische Erdpech (nicht) aus Cumberland kommt, es wird daselbst gar keines gefunden und Alles kommt aus Derbyshire. Es war eine Lüge, welche die Mineralienhändler verbreiteten. (An den Vater, London, 28. Juni 1789.)

Der Mercurius praecipitatus per se oder nach der Pharmacopoeia Londinensis, das Hydrargyrum calcinatum wird in den Apothekershall nach der vorgeschriebenen Formel verfertigt; sie setzen das Quecksilber nämlich in einer Phiole mit sehr großem flachen Boden einer Hitze von 600° Fahrenheit aus. Die Unze kostet 15 Schilling; ich habe ein Loth gekauft.

Der Mineralienhändler Forster ist von Paris zurückgekommen. Er hat mir gesagt, ich möchte Ihnen, schreiben, daß er mit Ihnen tauschen wollte; er möchte so gerne von dem weißen Antimonium haben.

(An den Vater, London, 7. Aug. 1789.)

Ich habe nun einige Mahle der Verfertigung des Mercurius calcinatus in Apothecary's Hall gesehen, allein ich glaube daß ihre Maschine eben nicht empfehlenswerth ist. Sie haben Phiolen mit flachem Boden und langem Halse; in jede derselben werden 2 Pfd. Quecksilber (das ist 32 Lth.) gethan. Sie setzen sie in ein Sandbad und feuern 3 Monathe lang bey Tag und Nacht fort, wobey sie aber eben nicht genau auf den Grad der Hitze sind. Nach dieser Zeit nehmen sie die Phiolen aus dem Feuer wenn das Pulver nicht roth genug ist, calziniren sie es in einer flachen irdenen Pfanne. Die Phiolen sind blos mit Papier bedeckt. Sie erhalten auf diese Art von den 32 Lothen Quecksilber 14 bis 16 Loth Kalk; verlieren also fast zwey Drittel des Quecksilbers!

Morgen werde ich zu einem Chymisten Nahmens WILLIS gehen um Phosphorus im Großen machen zu sehen.

(An den Vater, London, 12. Dez. 1789.)

Man braucht nun hier in großer Menge das Kali phosphoratum oder das Mittelsalz aus Phosphorsäure und Pottasche als ein Abführungsmittel; es soll das



gelindeste und beste aus allen Salzen seyn. Man gibt eine Unze pro dosi. Mit der Terra ponderosa salita werden auch noch immer Versuche angestellt und es soll große Wirkung in Scrophula haben.

Übrigens wird nun unter den Chymisten von Nichts gesprochen, als von den neuen Versuchen von TROOSTWYK, wo er durch den electrischen Funken Wasser in inflammable und dephlogisirte Luft zersetzt hat.

Daß KLAPROTH in der Hornblende und im grünen Glimmer ein neues Metall entdeckt hat, wird Ihnen schon bekannt seyn.

KIRWAN hat eine neue Edition von seiner Essayon Phlogiston herausgegeben, wozu alle Anmerkungen der französischen Edition beygefügt und Antworten darauf gegeben sind. (An den Vater, London, Dez. 1789.)

Das elastische Harz gehört unstreitig unter die seltensten englischen Mineralien. Ich hatte es bey Niemand gesehen als bei FORSTER, der für nußgroße Stücke ohne Mutter eine halbe Guinée begehrte. Durch einen Zufall aber bekam ich ein Par sehr gute Stücke auf der Mutter in die Hände, welche ich um eine halbe Guinée das Stück kaufte und worüber sich dann alle außerordentlich wunderten. Es sind wirklich die besten, welche ich noch gesehen habe, und ich zweifle, daß BORN'S Stücke besonders viel heißen. Ich wundere mich, daß Sie mir auf die Proposition von Hawkins mit Rasleigh noch nicht geantwortet haben, sowohl er als Rasleigh selbst haben mich schon einige Mahle darum gefragt. Ich glaube wirklich, daß kein besserer Weg seyn wird, englische Mineralien zu bekommen. Von mir aber werden Sie nicht sehr viel erhalten. Zu kaufen ist es hier in London unmöglich. Die Preise sind zu exorbitant und die Leute bey den Gruben stehen, wie man mir gesagt hat, mit FORSTER nnd HARRIS und den übrigen Stufenhändlern im Contract, es wird also auch da wenig zu kriegen seyn.

(An den Vater, London, Januar 1900.)

Man hat in Frankreich kürzlich eine weiße Kreide ähnliche Erde gefunden, welche sowohl gerieben als erhitzt stark phosphoresziert. Die chymische Untersuchung hat gelehrt das es Kalkerde mit Phosphorsäure verbunden sey. Die phosphorescierende Erde von Marmarosch scheint nach einigen kleinen Versuchen auch das zu seyn, nemlich ein Phosphate calcaire nach der neuen Nomenclatur. Ich wünschte nur etwas davon hier zu haben um es untersuchen zu können. Die Apatiten aus Sachsen sind wie Sie wissen auch das.

(An den Vater, Paris, 6. Febr. 1790.)

Von Mineralien habe ich[1]) nicht viel gesammelt, denn Blaue Schörl und Adularien haben Sie schon bessere als ich solche hier um theures Geld hätte von den Bauern kaufen können. Ich nahm also nichts als ein Paar Stücke weißen Schörl und etwas von einem blauen, harten, durchsichtigen Schörl, der im weißen Quarz gefunden wird aber immer aus der Mutter herausgefällt, und noch sehr selten und theuer ist. (An den Vater, Bern, 28. Okt. 1790.

1) Auf der St. Gotthardtour.



Hemmschuh.

Das Altertum kannte an Stelle des Hemmschuhs nur die vom Wagengestell aus durch das Rad geschlungene Kette (sufflamen), durch die das Rad in der Umdrehung gehindert und dadurch auf der Erde gebremst wird (Juvenalis, VIII. 148). Noch heute wird von derartigen Ketten Gebrauch gemacht, doch zieht man den Hemmschuh, in dem das Rad auf der Erde schleift, meistens vor.

In dem Cod. Palat. German. 130 der Universitätsbibliothek Heidelberg fand ich den Hemmschuh so deutlich abgebildet, daß ich annehme, er sei gegen Ende des Mittelalters aufgekommen. Verfasser des Codex ist „Vlreuch Bessnitzer zu landshut". Der Titel lautet: „Der Gezewg mit seiner Zugehorunge". JÄHNS (Gesch. d. Kriegswissenschaften, 1889, S. 412) hält den Band deshalb für ein Zeughausinventar[1]). Auf Blatt 15 v sieht man den „radschuch" in klarer und großer Malerei. Wären derartige Hemmschuhe damals gar so bekannt gewesen, dann hätte sich der Verfasser mit einer so genauen Abbildung sicherlich nicht aufgehalten.

FELDHAUS.

Pendeluhren vor Galilei und Huygens.

Nachdem ich in der Deutschen Uhrmacher-Zeitung (Nr. 10, S. 160, 1908) auf die frühe Verwendung von Pendeln als Gangregler an Maschinen, 1493 bei Leonardo da Vinci und 1578 bei Besson, hingewiesen hatte, ging ich auf die in den Jahren 1578 bis 1587 im Dom zu Osnabrück durch JOST BODECKER errichtete Pendeluhr näher ein.

Darauf erhielt ich von einem Magdeburger Uhrmacher die Nachricht, es sei sicher, daß kurz nach BODECKER der Kasseler Uhrmacher JUSTUS BONZEN, der im Jahre 1632 starb, gleichfalls eine Pendeluhr — wie BODECKER mit Zentrifugalpendel — erbaut habe. Bei der Wichtigkeit dieser, mir vom Berichterstatter nicht näher begründeten Nachricht, verweise ich die Historiker der Uhr auf diese vielleicht nicht uninteressante Fährte.

FELDHAUS.

---

1) Der *Gezewg, Gezeug,* mhd. *der geziug* heißt aber einfach „Gerätschaft, Werkzeug, Maschine." *Sudhoff.*



Zur Geschichte des Naturselbstdrucks, der Physiotypie.

Von HERMANN SCHELENZ in Cassel.
(Mit Tafel I—VI.)

Tausend Jahre und mehr vor Christus kannte man, wie Tatsachen beweisen, im Lande der schwarzen Kunst Cham, im Wunderlande der Pyramiden schon die Kunst des Zeugdruckes. Mit Hilfe von Holzstöcken, auf denen man durch Fortnahme von Holz mittels Grabsticheln und andern ehernen Instrumenten, wie sie der Künstler in Erz und Holz, der spätere *Τέκτων*, (Christi Vater war vermutlich einer) für seine Hantierung brauchte, erhabene Umrißzeichnungen, in erster Reihe vermutlich von Pflanzenteilen herausgegraben hatte und die man dann durch Auflegen auf eine mit Farbe oder Beize bedeckte Unterlage abfärbend gemacht hatte, brachte man Spiegelbilder dieser Gebilde zur Verzierung auf Gewebe — ganz wie man vor wenig Jahrzehnten das noch ganz allgemein bei unsern Färbern und beim anfänglichen Buntpapierdruck sehen konnte.

Wann, von wem und wo die grundlegende Entdeckung solchen Drucks gemacht worden ist, das zu erörtern, ist verlorene Liebesmühe. Als sicher aber kann angenommen werden, daß, lange bevor jener liebende Jüngling den Schatten der Geliebten an einer Felswand mit dem gefärbten Finger oder einem zufällig gefundenen Stück Rötel umriß und so die urwüchsige Kunst der Umrißzeichnung, den Anfang der Malerei erfand, das Prinzip des Druckens zum mindesten entdeckt sein muß. Wer zum erstenmale die Spur, die das flüchtige Wild im weichen bildbaren Erdboden oder im Schnee eingedrückt hatte, beobachtete und seinen Fuß oder seine Hand nachahmend daneben setzte, noch mehr, wer wahrnahm, daß seine schmutzige oder zufällig gefärbte Hand auf einer hellen Fläche ihr Bild abdruckte und mit der naiven Freude des Naturkindes sein Tun wiederholte, der ist, oder, da erst tappend, dann zielbewußt solche Zufälligkeiten sicher häufig vorgekommen sind, die waren die Entdecker des Druckens, und es ist auffallend und unbegreiflich genug, daß man so spät erst, Jahrtausende nachdem man schon das Wort *Ἰχνογραφία,* also das Schreiben durch Eindrücken der Spur [*τὸ ἴχνος* od. *τὸ ἴχνιον*. Vitruv braucht es für die Spur, die ein Bauwerk hinter-



lassen würde, für den Umriß, den Grundriß] besaß, der Kunst begegnet, die tatsächlich nichts weiter ist als der eben beschriebene Naturselbstdruck, der Druck mit Hilfe der von der Natur selbst gelieferten Druckform.

Daß solcher einfachster Druck, bei dem die im Bilde wiederzugebenden Gegenstände zu gleicher Zeit die druckende Form sind, tatsächlich geübt wurde, und zwar zu einer hochkultivierten Zeit noch, in der die ursprüngliche Bilderschrift, wie sie überall die Anfänge der Schrift darstellen, wie sie in den Hieroglyphen der alten Agypter Jahrtausende überdauerten und wie sie moderne Naturvölker noch jetzt gebrauchen, den schon einen großen Fortschritt bedeutenden Zeichen der Keilschrift gewichen waren, das beweisen manche Täfelchen aus der berühmten Schriftsammlung — Bücherei paßt dafür weder in der alten noch in der übertragenen Bedeutung des Worts — des König Asarhadon, die ob ihres unvergänglichen Stoffs, anders wie unsere modernen Schriften es voraussetzen lassen, heil, unversehrt auf unsere Tage gekommen sind, trotzdem sie in den Trümmerhaufen des alten Niniweh allen Unbilden der Witterung ausgesetzt waren. Von solchen Keilschrifttäfelchen aus der berühmten Kujundschik-Sammlung, die jetzt kostbares Eigentum Englands sind, kann ich zwei in Photographie wiedergeben, die beweiskräftig für das Gesagte sind.[1])

Nach der zweiten Zeile der in natürlicher Größe wiedergegebenen Keilschriftzeichen, die in den noch bildsamen Thon halb geritzt, halb eingedrückt worden sind, sieht man auf der ersten Tafel, die ein Rechtsgeschäft festhält, das im Jahre 698 v. Chr. aufgezeichnet wurde, gleichgestaltete Eindrücke. Sie rühren daher, daß der eine Beteiligte, weil er nicht schreiben konnte und, weil er keine Siegel hatte, oder ob geringen Standes keins führen durfte, in diesem Falle einen seiner Fingernägel oder richtiger eine Fingerkuppe in den Ton stopfte „L. S.“, d. h. an Stelle eines Siegels, und zwar weil gerade dieser Nagel infolge einer früheren Verletzung, eines Fingergeschwürs oder dgl. ganz eigentümlich gestaltet war und eine Nachahmung völlig ausschloß.

Auf der zweiten Abbildung, wiederum eines Geschäftsabkommens aus derselben Zeit etwa, sehen wir einige verschieden gestaltete Gruppen von Eindrücken, welche die dicht hintereinander gepreßten Finger der Beteiligten, wiederum L. S. statt der Unterschrift dort hinterlassen haben. Es sind auch das Belege für eine gewohnheitsgemäße Art des Siegelns, d. h. in der Urbedeutung des Wortes: des Aufdruckens seines Signums, seines Zeichens, seiner Spur.

Mit solcher Ichnographie haben sich die klassischen Völker offenbar nicht befaßt, sie scheinen sie gar nicht gekannt zu haben, sie wurde

1) Herr Dr. von Oefele hatte die große Liebenswürdigkeit, mich auf sie hinzuweisen und sie zu deuten.

vergessen, wie man in der christlichen Zeitrechnung offenbar daran vergessen hatte, daß die Assyrer tatsächlich mit ihren Siegelzylindern, die Aegypter mit Formen ihre Stoffe bedruckten, daß man bei den Römern sogar zerlegbare Stempel kannte, die also die wesentliche Eigenart der Gutenbergschen Erfindung zeigten. Nur Metall wurde geprägt, aber man wußte, daß die Natur Selbstdruck geübt und in Wahrheit in solcher Art dargestellte Abbildungen von ihren Schöpfungen, Jahrtausende überdauernd, aufbewahrt hat, daß sie Abdrücke vorsündflutlicher Pflanzen- und Tierformen dadurch darstellte, daß sie sie unter schieferig abgelagertem Gestein begrub. Von solchen Naturabdrücken berichtet THEOPHRASTUS im III. und POLYBIUS im II. vorchristlichen Jahrhundert (im 24. Buche) — davon daß man ihn übte, wird, soviel ich sehen kann, nirgends berichtet, vielleicht weil man die viel geübte Tätigkeit gar nicht der Wiedergabe für würdig genug ansah, vielleicht weil sie nur als Liebhaber-Kunst getrieben und von den Künstlern und Wissenschaftern als Äußerungen des „kindlichen Gemüts" mißachtet und der Ehre der Wiedergabe nicht gewürdigt wurde.

Auch spätere Zeilen schweigen von Ichnographie im wahren Sinne des Worts oder von Naturselbstdruck. MATTHIOLI berichtet auch nichts von ihm, oder auch er hielt, trotzdem er durch ihn alle die von ihm beklagten Fehler der zu seiner Zeit noch üblichen Illustrationen zu dem fast allein in Betracht kommenden und ja auch von ihm erläuterten Dioskorides beseitigt hätte und trotzdem er von dem Konservieren der Pflanzen durch Pressen und Trocknen Kunde gibt, es nicht für nötig, davon zu sprechen. Daß er den wirklichen Ur-Naturselbstdruck kannte, wie hier zwei in Abbildung beigegeben sind, geht aus folgender Stelle hervor:

Neque me fugit[1] . . Didacum Mendozium Hispanum lapideas quasdam tabellas mihi ostendisse, ex Veronensi agro delatas, quae . . pisces veluti insculptos habebant cum omnibus suis particulis quamvis minimis in lapidem versos . . Huc praeterea illud accedat, quod pisces fossiles reperiuntur ultra Pyrenaeos montes, ut narrat Polybius libro XXIV suarum historiarum Quibus adde, quod etiam pisces fossiles inveniuntur circa Heracleam atque in aliis plerisque Ponti locis, ut Theophrastus est auctor: quin et in Germania ultra Albim fluvium quibusdam in locis hac aetate effodiuntur.

Und doch wurde zu seiner Zeit unzweifelhaft der Naturdruck hier und dort schon geübt. Jedenfalls hatte ihn schon zwanzig Jahre vor Drucklegung dieser (oder des gedachten) Dioskorideswerkes HIERONYMUS ROSELLO, besser als ALEXIUS PEDEMONTANUS[2]) bekannt, eingehend beschrieben, wie er ihn vermutlich in Italien kennen gelernt hatte, das in Künsten und Wissenschaften

1) MATTHIOLI, Commentar. in Dioscoridem, Basileae 1598 S. 900, Z. 51 ff.

2) Nicht zu verwechseln mit seinem bekannteren Landsmann FRANZISBUS PEDEMONTANUS, der wohl schon 1319 (ist wirklich so) gestorben ist.



leitend und vorbildlich war, und wie er inzwischen vermutlich unter dem Einfluß der weltbewegenden Erfindung des Mainzers Gutenberg sich entwickelt hatte. Wenn ALEXIUS wirklich achtzigjährig 1557 sein Liber de secretis naturae geschrieben hat, so muß er sicher in der ersten Hälfte des XVI. Jahrh. die Methode kennen gelernt haben, die er dann seinem Buche einverleibte, das im buntesten Durcheinander, etwa wie ein Vorschriftenbuch einer Hausfrau älterer Art, ziemlich kritiklos auftischt, was des Festhaltens irgend wie wert schien, und was, weil es als secret dargeboten wurde, die geheimnislüsterne Menge anlockte. Der wackere Baseler Arzt JOH. JAC WECKER hielt es für wert, ins Lateinische übersetzt zu werden, und 1570 erlebte es als „Des ALEXIUS PEDEMONTANUS Kunstbuch in Teutsch gebracht" eine deutsche Ausgabe. Bei WECKER lautet die Vorschrift folgendermaßen [1]):

Modus efformandi omnis generis frondes virides, ut naturalibus similes habeantur. Sumito frondes virides, quarum in postera parte majores venas ligno aliquo contundito, mox sequente colore tingito, qui hujusmodi est:

R. Olei communis vel lini vel alterius rei, quae fumum creat, quantum satis esse videatur, accendatur in lucerna olla superposita, ut totum fumum recipiat. Quod cum factum fuerit, adhaerens fumus diligenter colligatur atque oleo vel vernice liquida contemperetur, fiat tinctura, qua contusa pars frondis tingatur cum panno linteo vel bombyce, mox super chartam duplicem locetur pars tincta comprimendo leviter manu vel panno aliquo, quo charta tingi queat. Fronde mox dextré sublata chartam egregiè tinctá invenies ad minimam usque venulam, ita ut prorsus naturali respondeat. Quod si hanc viridi colore tingere voles:

R. Aceti acerrimi
Floris aeris
Pastae vesicae sing q. s. est

coquantur fiatqe color viridis, ut supra suo loco dictum est, qua charta formata tingatur, atq. hoc modo poteris efficere varia pulcherrima, quibus cubicula intrinsecus obduci possint.

Danach sollen also frische Blätter, die durch hervorragende Berippung besonders geeignet erscheinen, mit einer Farbe aus feinem Ölruß oder Grünspan und Firnis eingefärbt werden, nachdem sie mit einem Holz „kontundiert", d. h. vermutlich, damit sie platt liegen, etwas gedrückt oder leicht gequetscht worden sind. Dann werden sie auf weißes Papier gelegt und angedrückt.

Das ist, soweit mir vorerst bekannt geworden, die erste Vorschrift für Naturselbstdruck, im übrigen auch die erste Vorschrift für nach dieser Methode darzustellende Tapeten. Auf ihr fußen alle späteren

1. ALEXII PEDEMONTANI de Secretis libri septem, a. JOAN JACOBO WECKERO in latinum sermonem conversi. Basileae apud Petr. Pernam 1563. 12° S. 412.

2. Darmstätter nennt Francois als den, der 1620 die Darstellung der sog. Flocktapeten erfand.



Angaben, wie ich sie zum Teil durch die noch zu erwähnende Arbeit von ERNST WILH. MARTIUS kennen lernte.

So exakt des großen italienischen Mathematikers und Arztes HIERONIMUS CARDANUS Arbeiten sind, so war dieser große Zeitgenosse von Alexius doch so sehr Kind seiner Zeit, daß er entgegen den Lehren von ROGER BACON, LIONARDO DA VINCI, BIRINGUCCI, nicht zu spekulieren, sondern nur auf das Ergebniß von Experimenten hin weiter zu arbeiten und zu lehren, seinen Lesern in seinem Buche „De subtilitate“ Sachen auftischte, ganz wie jener. Es handelt sich sicher um dessen Vorschrift, wenn erschreibt [1]):

„Ejusdem argumenti est, herbas ad vitam ut dicunt (er hat die Kunst also nur durch Hörensagen kennen gelernt!) in chartis pingere. Herba virens aerugine carbonibus ve tritis imbuta chartae imprimitur ut vestigium quasi ichnographiae (es ist hier das erste und einzige Mal, daß dieses, die Arbeit unübertrefflich kennzeichnende alte Wort gebraucht wird!) remaneat.“

Also auch hier wird empfohlen, die Pflanze, die Druckform auf das Papier zu drücken.

Zur selben Zeit schon wandte ein deutscher Forscher unzweifelhaft den Naturdruck an, um die Pflanzen im Bilde festzuhalten, die er daheim und auf seinen Reisen gesammelt hatte. Dieses offenbar älteste Werk seines Zeichens stammte von einem JOH. KENNTMANN her, der den 21. Apr. 1518 in Dresden geboren, Studien in Physica in Deutschland, schließlich in Padua machte, sich, nach der Heimat zurückgekehrt, als Arzt in Meiningen und schließlich als Stadt-Physicus in Torgau niederließ, wo er d. 14. Juni 1574 starb. Er, der sich eingehend mit Naturwissenschaften beschäftigte, war einer der ersten, der systematisch geordnete Sammlungen von Steinen und Pflanzen anlegte, und der die Fertigkeit, wenn er sie nicht vielleicht selbst erdachte, vielleicht auch in dem gelobten Lande Italien, das gerade auf dem Gebiete der Farbentechnik auf hoher Stufe stand und vorbildlich war, vielleicht von BUONAFEDE, der damals in Padua „De Simplicibus“, unsere Pharmakognosie vortrug, gelernt hatte, im Verein mit seinem Sohne THEOPHIL [3] für die Zwecke der Botanik in Anwendung

1) Basileae 1560, S. 909. Opera omnia, Lugduni 1663, vol III S. 581.

2) CARDANUS beschreibt die Zeilen vorher eine ihm von seinem Freunde NICOL. LANDRIANI mitgeteilte Methode, Bilder auf Leder hervorzubringen, die wohl unserer Punzarbeit entspricht. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß die sämtlichen „Secreta“, „Subtilitates“, „Curiosen Sachen“ etc., wie sie in jener Zeit in allen möglichen Sammlungen mitgeteilt wurden, alle auf BIRINGUCCI und weiter auf eine in Lucca gefundene Handschrift aus der Zeit Carls d. Gr. zurückzuführen sind: Compositiones ad tingenda Musiva, Pelles et alia.

3) Theophil (Gottlieb) geb. in Meißen d. 21. Jan. 1532, promov. in Basel, praktizierte in Torgau, dann in Halle, wo er den 12. Juli 1610 starb, schrieb eine Tabula, loca et tempus quibus colliguntur plantae, exhibentes: Gießen 1689, oft neu aufgelegt.



brachte, wie aus einem einleitenden Gedicht von MICHAEL BOJEMUS Pirnensis[1]) hervorgeht. Einen Band solcher Pflanzenabdrücke besaß am Ende des XVIII. Jahrh. Hofrat CHRN. WILH. BÜTTNER in Jena. Sie sollen den Titel gehabt haben „Jcones stirpium impressae à JOANNE KENNTMANNO medico ao 1583.“ Wo dieses als einzig in seiner Art kostbare erste Beweisstück für die Anwendung des Naturselbstdrucks geblieben ist, ist mir zu entdecken noch nicht möglich gewesen[2]).

Ein weiteres ebenfalls deutsches, in Naturselbstdruck dargestelltes, einige Jahrzehnte später zusammengestelltes Werk, stammt aus einer Apotheke, in die die Pflege der Botanik, die um jene Zeit und noch Jahrhunderte später lediglich der Arzneikunde diente, ja berufsmäßig gehörte. Einen Folio-Band von Pflanzennaturselbstdrucken, die 1626 von JOH. GEORG SALADIN hergestellt waren, hatte noch E. W. MARTIUS, von dem ich noch berichten werde, in Straßburg sehen können. Er ist, wie leider manch anderer unersetzlicher Schatz während der Belagerung von 1870 in Feuer aufgegangen[3]).

Daß die Kunst auch im Norden bekannt war (ob selbstständig erfunden oder nach italienischer Vorschrift geübt, wird wohl kaum zu entdecken sein), bezeugt folgende Angabe. BALTHASAR MONCONYS, 1611 in Lyon geboren, hatte offenbar an dem ihm vom Vater aufgedrängten Rechtsstudium in Salamanca keine Freude. Der Drang ins Weite trieb ihn auf Reisen, er besuchte Ägypten, Kleinasien, Italien. 1649 kehrte er heim, und den Rest seines Lebens (er starb 1665 in der Vaterstadt) benutzte er zur Beschreibung des Geschauten in dem „Journal des Voyages de Mr. de Monconys“, Lyon 1696, danach Leipzig 1697, 1734 in 4^{0}.

Darin berichtet er, daß er in Rom einen Dänen WALGUESTEIN[4]) kennen

1) Jlle igitur pingui tingens fuligine plantas
Cum fibris omnes exprimit articulos.
Ista nova est ratio plantarum discere vires.
Ignota aut certe pluribus ante fuit.

2) Der solange dafür gehaltene Foliant, Handschriften-Katalog B 71 der Königl. öffentlichen Bibliothek in Dresden erwies sich mir als ein, in der Tat ebenfalls kostbares auf Anregung und im Auftrage KENNTMANNS in Aquarell dargestelltes botanisches Abbildungswerk.

3) Ich bemerke nebenbei, daß mir der gedachte Apotheker auch als tüchtiger Geschäftsmann bekannt geworden ist. Er besaß mit C. RINGLER jun. von 1625—67 die 1526 von JAC. SCHWEGLER auf der Langstraße errichtete Apotheke und gab 1644, wie ich auf S. 538 meiner Geschichte der Pharmacie schon mitteilen konnte „ein Verzeichnis aller Simplicium und Compositorum, so chymischer, so galenischer die in der Apotheke von Schwegler zu finden seindt“ heraus.

4) THOMAS RASMUS WALGENSTEN wurde in der ersten Hälfte des XVII. Jahrhunderts auf Seeland geboren, er studierte seit 1644 Mathematik und gab von 1651—1682 mit königlichem Privileg mit Unterbrechungen einen Kalender heraus.



und von ihm gelernt habe, Pflanzen naturgetreu abzudrucken, und zwar einfach, indem man sie durch eine rußende Flamme schwärzt und dann zwischen Papier abdrückt[1]).

Noch ein Zeugnis dafür, daß dem Naturdruck Aufmerksamkeit gewidmet und daß schon Druckerschwärze und eine Druckmaschine, die Presse, zu Hilfe gezogen wurde, ist vorhanden und zwar eine Stelle in dem „Thargelus Apollini sacer, Dissertatio de Dictamno" von J. Dan. Geyer[2]), Frankfurt 1687 (letzte Seite). Da heißt es:

Si sumat atramentum impressorium opeque pilae superillinat folio plantae, ac illa vel manu vel trochlea vel sucula leviter imprimat chartae nonnihil madefactae . . . etc.

Derselben Zeit entstammt noch ein greifbares Zeugnis der Ausübung unserer Kunst, eine Sammlung, die Paolo Boccone[3]) angelegt hat, und

---

Auch in Leiden studierte er, 1664 war er in Paris, wo er sich auch mit Glasschleifen abgab und wahrscheinlich mit anderen Fertigkeiten, wie sie als Ausfluß damaliger Wissenschaft betrieben wurden. 1670 wurde er Inspektor der „Modellkammer" in Kopenhagen, ihm unterstand die Bauaufsicht, er durfte auch bei der Einrichtung der Königlichen Bibliothek tätigen Anteil genommen haben. Seine Sammlungen uud seine Bücher gingen bei seinem Tode 1682 in den Besitz des Königs über. Nach dem „Dansk biografisk Lexicon" Bd. 18, 1904, S. 408.

1) Ich zitiere hier den Text und zugleich seine Methode, Pflanzenteile abzuformen, um zu etwaigen Versuchen Gelegenheit zu geben und um sie vor dem Vergessenwerden zu bewahren: Le 2 Septembre, Monsieur Walguestein Danois, nous apprit chez Monsieur Tevenot à imprimer toutes sortes d'herbes sur du papier, en les fumant sur la flamme d'une lampe, puis les mettant entre deux papiers et passant un polissoir dessus.

Il nous dit encore comment on pouvait mouler un simple en argent, aussi délicatement que le naturel, en le plongeant dans du plâtre clair, comme si l'on voulait faire de la chandelle mais avec telle adresse que les feuilles ne se joignent point, mais demeurent en leur situation naturelle; puis chargeant le tout de plâtre et laissant un trou pour jetter l'argent, il le faut faire cuire, et puis chauffer le moule tant que le simple se calcine dedans, d'où l'on le fait sortir, ou plutôt ses cendres, en y versant dedans du mercure, qui va chercher les plus secrets recoins d'où il élève ces cendres, et alors vidant le mercure, vous y jettez l'argent fondu dans le moule, qne vous cassez pour en retirer l'empreinte. Tome II, page 450.

2. Dan. Geyer, geb. in Roßheim, Arzt in Augsburg, Preßburg u. Regensburg, starb d. 14. Febr. 1664 70 Jahre alt.

3) Paulus, später Silvius de B(a)occone aus altem Sizilianer Geschlecht geb. den 24. April 1644 widmete sich den Physica darunter vornehmlich der Botanik, In Padua wurde er Professor, ging aus botanischem Interesse über Deutschland wo er 1696 Mitglied der Academia naturae curiosorum wurde) nach England. Von dort heimgekehrt wurde er Cisterciensier und starb als solcher in Palermo in einem Kloster den 22. Dez. 1704. Außer der gedachten vermutlich einzeln dastehenden Sammlung zeigen Boccone als Botaniker noch die „Icones et descriptiones rariorum plantarum Siciliae, Melitae, Galliae et Italiae", die der Oxforder Prof. der Medizin und Botanik Rob. Morison „cum iconibus aeri insculptis" von Boccone Oxford 1674, herausgab und das später als „Museo di piante rare della Sicilia . . ." Veneziae



die Eigentum des Ashmole-Museums [1]) ist, dessen Bücher und Handschriften jetzt in der Bodley-Bibliothek [2]) in Oxford aufbewahrt werden. Es ist ein dünner Pergamentband (mit der Nr. 1732) mit 68 Papierblättern, auf dessen erstem Blatt als Titel (wie der Katalog mitteilt) von HUDDESFORTS (über seine Person habe ich keine Auskunft erhalten) Hand geschrieben steht:

Hunc librum dono acceptum Venetiis ab eximio philosopho PAULO BOCCONE. qui illum Plantis singulari necdum noto artificio insitis adornavit, illustrissimae Academiae Oxoniensi D. D. nobiliss. vir CAROLUS Comes Mancestriae, legatus a Guilelmo III nuper ad sereniss. Reip. Venetam, nunc ad Christianiss. Galliorum Regem, A. D. 1699. Scilicet — Phytographia sive Stirpium illustriorum et minus cognitarum Icones, summa diligentia elaboratae et nominibus suis ascriptis insignitae.

BOCCONE schenkte seine Arbeit also zu Venedig einem Grafen CARL VON MANCHESTER, als er dort Gesandter war.

Nach dem erwähnten gedruckten Katalog sind die Pflanzen sehr gut, mit schwarzen Farben zu je einer bis drei abwechselnd auf die Blätter gedruckt. Manche Blätter sind (folded in) vermutlich mit einem Schutzpapier versehen.

Eins von diesen Blättern kann ich etwa um die Hälfte verkleinert, in Photographie wiedergeben [3]).

Ob eine Sammlung, die (wie UFFENBACH in seiner Reisebeschreibung III S. 488 mitteilt) der namhafte Leydener Professor und Reisende P. HERMANN, † 1696), besessen haben soll, Naturselbstdruck war und wo diese also jedenfalls in der

---

1697 erschien. Als Paracelsisten zeigen ihn seine „Osservazioni naturali, ove si contengono materie medico-fisiche e di botanica, produzioni naturali, fosfori diversi, fuochi sotteranei di Italia ed altre curiosità, disposte in trattati familiari e dirette a varii cavalieri", Bologna 1684, 12°, und sein „Museo di fisica e di esperience medicinali, ragionamenti secondo li principi di moderni". Venezia 1697, 4°.

1) ELIAS ASHMOLE, ein Ritter aus Lichfield wurde in Oxford erzogen. Während der Cromwell-Unruhen war er in London Advokat. 1669 promovierte er in Oxford als Mediziner, beschäftigte sich aber wohl größtenteils nur mit „curieusen" Sachen und mehr als Bibliograph wie praktisch mit Alchemie, was ihm den Beinamen „Mercuriophilus Anglicus" eintrug. In seinem Theatrum chymicum, Britannicum, London 1652, 4°, veröffentlicht er 32 dahin gehörige Schriften darunter Talbot-Kelleys Abhandlung über den Stein der Weisen, die dieser 1596 an Kaiser Rudolph gesandt hatte. Ashmole soll auch das Tagebuch besessen haben in dem John, Arthur oder Edmund Dee seine Tagesausbeute an alchemistischem Gold aufgezeichnet hatte. Seine Sammlungen, die er 1685 schenkte, bilden den Grundstock des Museum Ashmoleanum.

2) SIR THOMAS BODLEY, geb. d. 2. März 1544 in Exeter, gest. d. 28. Jan. 1612, engl. Diplomat, gründete für die Zwecke der Hochschule in Oxfort die berühmte Bodleiana.

3) Herrn HARALD JOACHIM von dem dortigen Berton College bin ich für die Besorgung der Auskünfte, der Photographie usw. aufs äußerste verpflichtet.



Mitte des XVII. Jahrh. oder im dritten Viertel hergestellte Sammlung geblieben, kann ich nicht sagen.

Daß Naturdruck auch in Amerika geübt wurde, belegt LINNÉ. In seiner „Philosophia botanica" von 1751 berichtet er, daß dort HESSE (wer es ist, habe ich nicht entdeckt) schon 1707 Pflanzen nach dieser Methode abgebildet habe, und wenn ein Dr. SHERARD, der um diese Zeit eine Sammlung von Pflanzennaturdrucken hergestellt haben soll, wie wir noch hören werden, der 1723 in Oxford verstorbene Reisende W. SHERARD war (seinen Namen hält die SHERARDIA in unserm Gedächtnis), so ist das ein weiterer Beweis dafür, daß die Methode von ALEXIUS oder GEYER bekannt war oder daß einzelne Naturwissenschafter sie nach eigener Erfindung für die Zwecke eigener Studien ausübten.

Daß sie Dr. STISSER [1]) in Helmstedt „herausgebracht", d. h. wohl weiteren Kreisen bekannt gegeben hat, behauptet der Prof. der Medizin FRANZ ERNST BRÜCKMANN [2]) in Wolfenbüttel, der selbst den Naturdruck in den zwanziger Jahren des XVIII. Jahrhunderts auf Grund jener Abdrucke vielfach versucht, aber erst vollendet auszuführen gelernt haben will, als ihm in einem alten Manuskript folgende Vorschrift vor Augen gekommen war:

Allerhand Laub und Kräuter abzudrucken. Nimm Laubblätter, knutsche die größeren Aederlein leichtiglich mit einem Holz, danach schmiere sie mit folgender Farbe: Zünde Baum- oder Leinoel in einem Tiegel an, stelle darauf einen Topf, daß sich der Ruß darin anhänge, temperire ihn mit wenig Oel, schmiere damit das Laub auf der letzten Seite, da du es geknutscht hast, ... lege auf ein zweifach Papier . . . . Wilt Du es grün haben, so nimm Essig und Spangrün, mache daraus eine Farbe . . . .

Das ist allem Anschein nach nichts anders als die Vorschrift von ALEXIUS PEDEMONTANUS, die ein Scholar, ein Liebhaber-Botanikus, ein

1) Joh. ANDR. STISSER geb. in Lüchow (bei Lüneburg) 1667, studierte in Helmstädt und Leyden, ging über Braunschweig nach Helmstädt als Professor der Medizin, wurde 1688 Professor der Chemie, 1691 der Botanik und Anatomie und starb daselbst 1700. Er legte dort einen botanischen Garten an, den er beschrieb unter dem Titel „Botanica curiosa oder Anmerkungen, wie ich einige fremde Kräuter und Blumen in meinem 1692 zu Helmstädt angelegten medizinischen Garten fortgebracht". Helmstädt 1697 (deutsch), 1699 (lateinisch).

2) FRANZ ERNST BRÜCKMANN, geb. d. 27. Sept. 1697 in Marienthal (bei Helmstädt) ließ sich nach Studien in Jena als Arzt in Weferlingen nieder, wo er seine vielen Mußestunden mit naturwissenschaftlichen und besonders botanischen Arbeiten ausfüllte. Er ging nach Braunschweig (von wo er im Interesse einer Erbschaft eine, von ihm auch beschriebene Reise nach Ungarn machte), schließlich 1728. nach Wolfenbüttel, wo er bis zu seinem Tode den 21. März 1753 praktizierte und eine Menge von zumeist botanischen Schriften verfaßte, die mehr seine große Belesenheit und sein umfassendes Gedächtnis als seinen forschenden Geist bezeugen, Genannt sollen nur werden ein „Specimen botanicum" über Pilze, Helmstädt 1720. „Dissertatio inauguralis de Avellana Mexicana, vulgo Cacao dicta, ebenda 1721.



Sammler von curieusen Sachen oder sonst jemand, abgeschrieben hatte, und die dem gelehrten Professor in die Hand geraten war.

Was ich bis jetzt aufzählte, beschränkte sich auf die Bemühung, dem Botaniker eine Methode an die Hand zu geben, für seinen eignen Bedarf eine Sammlung zu schaffen, genau wie ein Herbarium vivum, aber viel dauerhafter. Weiteres bezweckte jedenfalls auch kaum der Nützliche und curieuse Künstler, eine Sammlung von Vorschriften, wie sie schon oben vorgeführt wurden, nur noch mehr auf den Dilettanten zugeschnitten, die in Nürnberg 1728 8⁰ erschienen war und auf S. 239 die alte Pedemontanus-Vorschrift wiederholte, und erst des Erfurter Professors KNIPHOFF [1]) Bestreben war, den Naturselbstdruck dazu zu benutzen, um größere Sammlungen von Pflanzen-Abdrücken herzustellen als Ersatz der verhältnismäßig teuren, schier unerschwinglichen Illustrationswerke, wie sie, übrigens mustergültig seit den Zeiten des Hortus Eistettensis des Nürnberger Apothekers BASILIUS BESLER von 1613 usw. schon im Buchhandel waren.

1728 sprach er in A. E. BÜCHNERS [2]) „Miscellaneae physico-medico-mathematicae", Erfurt 1733, einem dickleibigen Vorläufer späterer Kalenderwerke, in Sonderheit derer wie sie in unserer Zeit KÜRSCHNER zusammentrug, auf S. 779:

„Von einer sehr bequemen und nützlichen Art, die Kräuter abzudrucken und nach ihrer natürlichen Art abgebildet vorzustellen".

KNIPHOFF erzählt ehrlich, daß er seine Methode von einem „fleißigen ausländischen Botanikus erhalten, in der Hauptsache aber war es ihm wohl darum zu tun, darauf hinzuweisen, daß er im Verein mit einem geübten Techniker, mit dem Erfurter Buchdrucker und Buchhändler JOH.

---

1) JOH. HEINR. KNIPHOFF (vielleicht aus dem gleichnamigen alten, früher Hildesheimer, dann Erfurter Patriziergeschlecht), den 24. Febr. 1704 in Erfurt geboren, studierte hier und in Jena und promovierte 1727 zum Dr. medicinae. 1737 wurde er Professor extraord. und bald darauf Ordinarius der Medizin, 1745 Inspektor des Naturalienkabinetts und Bibliothekar der Leopold. Akademie. Er starb den 23. Jan. 1765. RICH. LOTH hat neuerdings in seinen „Dozenten der mediz. Fakultät der Universität Erfurt" auch über ihn ausgiebig berichtet.

2) Andreas ELIAS BÜCHNER war am 9. April 1701 in Erfurt geboren, promovierte nach Studien in Halle und Leipzig ebenda 1721 in Medizin, wurde 1729 außerordentlicher, 1737 ordentlicher, 1744 Professor in Halle, wo er, ein eifriger Anhänger des großen FRIEDRICH HOFFMANN, als beliebter eifriger Lehrer und großer Praktiker wirkte und zahlreiche Werke über Themata seiner engeren Wissenschaften und über Materia medica herausgab. Zeitweise war er Präsident der Leopoldina. Er starb am 29. Juli 1769 in Halle. In den von ihm zeitweise herausgegebenen Miscellanea hatte KNIPHOFF, dessen Witwe Büchner übrigens geheiratet, zuerst von seinen Unternehmungen berichtet. Vergl. unten S. 11; übrigens auch LOTHS schon genannte Arbeit und seine Würdigung BÜCHNERS, Erfurt 1906.



MICHAEL FUNCKE auf Anregung des Weimarschen Hofrats Prof. Dr. med. HERM. PAUL JUCH [1]) eine Sammlung von Pflanzenabdrücken herzustellen und herauszugeben beabsichtigte. Das Werk solle in zwei Bänden erscheinen, der erste solle die offizinellen Pflanzen enthalten, geordnet nach dem „Pinax" von CASP. BAUHIN (d. h. secundum genera et species, also immerhin nach einer Art natürlichen Systems) und nach RUPPII FLORA. Auf jedem Blatte würden die Pflanzen mit den Namen der Apothertaxe bezeichnet sein, außerdem würde der Fundort und Blütenmonat vermerkt werden. Im zweiten Bande würden die übrigen Pflanzen dargestellt werden, eingeordnet nach ihrem Charakter, nach Blüte und Samen, nach Maßgabe der Flora Jenensis (von dem schon genannten BERNH. RUPPIUS [2]). Eine Centurie würde 1 Dukaten (damals etwa 10 M., also für damalige Zeit eine recht beträchtliche Summe) kosten. Kein Mensch, der Kniphoffs Einleitungs-Worte ohne Voreingenommenheit liest, wird annehmen, daß er irgendwie den Glauben erwecken will, als wäre er der Entdecker des Naturdruckverfahrens. Zu solcher Annahme nur schwingt sich ein sicher neidvoller Kollege, der schon genannte Prof. BRÜCKMANN in Wolfenbüttel auf, der ihm höflich aber doch hämisch vorhält, was ich oben schon erwähnt habe, daß SHERARD-STISSER auf das Recht früherer Erfindung Anspruch machen dürften. In einer „Antwort auf H. F. E. BRÜCKMANNS Sendschreiben" Erfurt 1733, wies KNIPHOF die Angriffe ab und ging unbeirrt an die Herausgabe seiner Sammlung, der Botanica in originali, d. i. Lebendiges Kräuterbuch, worinnen die in hiesigen Landen wachsenden Kräuter nach ihrer Schönheit vorgestellet werden. Erfurt 1733. (Der Text ist teils von dem Ratsmeister und älteren Bürgermeister CHR. REINHARDT, dem Erfurt unendlichen Dank für seine Förderung des Gartenbaus schuldet, verfaßt, teils von KNIPHOFF selbst).

Ob er mit seinem Unternehmen gute Erfahrung gemacht, oder ob ihn vielleicht entgegengesetzte mit dem Techniker und Herausgeber FUNCKE dazu zwangen, kann ich nicht sagen, jedenfalls verband er sich später auf Grund von Zureden und Empfehlungen von BÜCHNER und

---

1) HERM. PAUL JUCH den 30. Sept. 1676 als Sohn des Leibmedicus in Erfurt geboren, studierte in Jena und Halle, dann in Italien, wurde in Erfurt 1727 Professor der Chemie, 1728 der Anatomie, Chirurgie und Botanik. Er starb den 16. Juli 1736.

2) J. HEINR. BERNH. RUPPIUS aus Giessen war ursprünglich Mediziner, trieb aber während seiner Studien auf deutschen Universitäten, in Leyden und schließlich in Jena, mit Vorliebe Botanik. Das Manuskript einer Flora Jenensis seu enumeratio plantarum circa Jenam crescentium verkaufte er an einen gewissen SCHUTTE mit der Bedingung es nicht drucken zu lassen. Das geschah trotzdem äußerst fehlerhaft, Frankfurt 1718, 8°, und später nach seinem Tode mit von ihm hinterlassenen Verbesserungen erschien ebenda 1728 eine zweite Auflage.



dem Leipziger Prof. LUDWIG[1]) mit dem Hallenser „Typographen" JOHANN GOTTFR. TRAMPE, und es erschien dann eine Botanica in originali s. Herbarium vivum in quo plantarum tam indigenarum quam exoticarum peculiari quadam operosaque encheiresi atramento impressorio obductarum nominibusque suis ad methodum Linnei et Ludwigii insignitarum elegantissime ectypsa exhibentur opera et studio JOANNIS GODOFREDI TRAMPE, Typographi Halensi Halae 1758(—1764) Fol.

Fast gleichzeitig erschienen dann „Ectypa Vegetabilium usibus medicis praecipue destinatorum ad naturae similitudinem expressa, moderante CHRIST. GOTTL. LUDWIG „Halae-Magdeburgicae J. G. TRAMPIUS 1760. Nach der Natur verfertigte Abdrücke der Gewächse . . . unter Aufsicht von CHR. GOTTL. LUDWIG, Halle im Magdeburgischen 1760 J. G. TRAMPE." Es hatte sich also KNIPHOFF wohl von dem Unternehmen zurückgezogen, und LUDWIG war an seine Stelle getreten[3]).

In den „Commentaria de rebus in scientia naturali et medicina gestis" Lipsiae 1775 vol. XXI pars I p. 275 heißt es:

Plantas chartis commode imprimandi ratio. Haec modus e manuscriptis PIGERONII ducta est, estque ea, quam TRAMPIUS (jedenfalls der ebengenannte Drucker)

---

1) CHRIST. GOTTLIEB LUDWIG, geb. den 30. April 1709 in Brieg in Schlesien, studierte in Leipzig Medizin und Botanik, ging 1731 mit HEBENSTREIT nach Afrika auf Kosten des Kurfürsten von Sachsen, studierte nach der Rückkehr weiter, habilitierte sich 1736 und wirkte gedeihlich, als Mediziner aber auch als Botaniker. Seine, zum größten Teile Gelegenheitsschriften sind ebenfalls mehr Ausflüsse seines Fleißes und seiner Belesenheit. Er starb am 7. Mai 1773.

2) AUER erwähnt später ein „Recette pour copier toute sorte de plantes sur papier" in einer „Gazette salutaire" Nr. 2 von 1763. Es ist mir nicht möglich gewesen, ihrer habhaft zu werden. Neues dürfte sie kaum erbringen, sondern nur Wiederholung älterer bekannter Vorschriften.

3) Von der ersten Auflage der Botanica scheint nur noch die Bibliothek der Leopoldina in Halle ein Exemplar zu besitzen, das dem Waisenhaus in Erfurt von FUNK geschenkte äscherte der Brand von 1872 ein. Die späteren Auflagen besitzen die Bibliotheken in Berlin, Erfurt, Erlangen, Göttingen, München.

Die Ectypa scheint nur Göttingen sein eigen zu nennen.

Von Werken die nach derselben oder einer nahe verwandten Art dargestellt wurden, seien hier genannt:

Die Flora Berolinensis, d. i. Abdruck der Kräuter und Blumen nach der besten Abzeichnung der Natur zur Förderung und Erkenntnis des Pflanzenreichs, veranstaltet von der Realschule in Berlin 1757 Fol., die, schon 1742 vom Hofbuchdrucker HENNIG als „Specimen florae Berolinensis" begonnen, dann von dem Oberkonsistorialrat und Direktor der Schule JOH. JUL. HECKER ohne Nennung des Namens besorgt worden sein soll.

Die Pflanzen sind nach LINNÉ benannt. Ein Register erleichtert das Aufsuchen.

Ein Exemplar besitzt die königl. Bibliothek in Berlin, eines die Universitätsbibliothek in Göttingen.



olim apud nos adhibuit: Dieses Referat bezieht sich auf einen Artikel in der „Introduction aux observations sur la physique, sur l'histoire et sur les arts“ des bekannten ABBÉ ROZIER[1]) Tome I, S. 284, Nummer vom Oktober 1771 (Paris 1777 Neudruck). Es heißt da:

Moyen facile pour prendre l'empreinte d'une feuille et d'une fleur, tiré des manuscrits de M. PINGERON. (Über ihn konnte ich nichts erfahren.) Prenez une feuille de papier, la plus mince que vous pouvez trouver, que vous enduirez avec de l'huile de lin ou d'olives, selon votre commodité. Laissez cette feuille ainsi imbibée d'huile pendant 4 ou 5 jours, au bout desquels vous la passerez sur la fumée d'un flambeau, jusqu'à ce qu'elle en soit toute noircie. Placez sur ce papier les feuilles dont vous désirerez le contour, et mettez par-dessus una feuille de papier blanc d'une certaine force. Cette opération étant faite, frottez avec l'anneau d'une clef bien poli, la feuille de papier blanc, jusqu'à ce que vous présumiez que les feuilles réelles soient bien empreintes de la couleur noire: transportez ces dernières entre deux feuilles de papier blanc, dont vous frotterez avec une clef ou un polissoir de verre, celle qui est au-dessus. Les feuilles, dont vous désirez l'empreinte, se trouvent calquées très-distinctement sur les deux feuilles; leur couleur sera d'autant plus constante qu'elle est à l'huile.

Les jeunes personnes, qui s'amusent de la broderie, pourront se faire des dessins charmants, sans savoir dessiner; si elles font usage de ce moyen, elles rangeront les feuilles noircies suivant la disposition du dessin qu'elles voudront faire, et les passeront ensuite avec une clef. Cette disposion étant ainsi calquée, elles la piqueront pour la multiplier autant de fois qu'elles désireront, par le secours du pouce. On arrête ensuite ce dessin avec une plume. Comme la couleur blanche fatigue beaucoup la vue, il ne faut faire les dessins, pour la broderie que sur du papier jaune, et remplir le milieu du sujet avec la couleur verte, qui se tire du vert de vessie. Ces précautions qui ne sont rien ou presque rien en elles-mêmes, sont très-avantageuses pour la conservation de la vue de celles qui brodent[2]).

Es ist sicher ausgeschlossen, daß TRAMPE nach diesem Verfahren, das unbedingt eine Verschlechterung der früher mitgeteilten Vorschriften bedeutet, gearbeitet hat.

Auch die „Erlanger gelehrten Anzeigen“ brachten 1791 in ihrem 47. Stück die Nachricht, daß der Naturselbstdruck schon in den achtziger Jahren zur Darstellung von amerikanischen Papiergeld benutzt worden

1) JEAN ROZIER den 23. Januar 1734 in Lyon geboren, widmete sich nach seinen Studien der Priesterlaufbahn, er folgte dann aber bald seiner Vorliebe für Naturwissenschaften und wurde Landmann. Er schrieb viel aufgelegte „Demonstations élémentaires de botanique“ Lyon 1766, 8°. Später trat er in Paris in die Leitung des „Journal de Physique“ ein und, nachdem er dessen Besitzer geworden, wandelte er es in die „Observations“, die er dann seinen Neffen Mouger übergab, um sich ganz der Agrikultur zu weihen. Durch seinen „Cours complet d'agriculture“ schwang er sich zur einem der ersten Agronomen empor. Während der Belagerung von Lyon tötete ihn, den 29. Sept. 1793, eine in sein Bett einschlagende Bombe.

2) (Diese und andere Mitteilungen aus Frankreich verdanke ich der unermüdlichen Freundlichkeit von Dr. PAUL DORREAUX, Direktor der Bibliothek der École de pharmacie.



sei. Ich habe mich dieserhalb an Herrn Professor EDW. KREMERS in Madison gewandt, und seiner Freundlichkeit und der des Superintendent of the State Historical Society of Wisconsin Prof REUBEN G. THWAITES ebenda verdanke ich eine Auskunft aus dem „Treasury Departement, Bureau of engraving and printing". Der Direktor schreibt auf Grund eigener „diligent inquiries" und der Angaben in dem einschlägigen Schrifttum, daß das Papiergeld „typographioally printed" war und daß im übrigen Kupferdruck in Frage kam, während „M. ANDREW MC FARLAND DAVIS of Cambridge, who has, more than one J know, spezialized on this currency" schreibt, daß er der (wie hieraus hervorgeht, verbreiteten) Annahme entgegentreten müsse, daß FRANKLIN veranlaßt hat, daß die Rückseite einiger Noten aus den „Continental days" durch Naturselbstdruck hergestellt worden seien:

Patters secured from the leaves of several trees and plants in this manner were used upon the reverse, of notes issued by Pennsilvania, New Jersey Maryland and by the Continental Congreß. The backs of certain notes as above stated were decorated with a reproduction of these skeleton leaves.

Danach sind offenbar doch in (wie wir von LINNÉ hören, in Amerika bekanntem) Naturselbstdruck dargestellte, übrigens von Philadelphia ausgegangene Noten in den achtziger Jahren des XVIII. Jahrhunderts in Amerika dagewesen. Da frische Blätter aber unbedingt, und selbst trockene oder skeletierte, dem notwendigen Massendruck unüberwindliche Schwierigkeit entgegengesetzt hätten, da ferner aus den gedachten Mitteilungen hervorgeht, daß typographischer und Kupferdruck in Frage kommt, so muß man daraus schließen, daß in Amerika schon ein Zwischenweg bekannt war, wie wir ihn später als europäische Erfindung kennen lernen werden [1]).

Um dieselbe Zeit auch findet sich in den Ökonomischen Nachrichten der patriotischen Gesellschaft in Schlesien 1793 4° Bd. 1, S. 84—91 eine Beschreibung des Drucks, und JOH. AND. WEBER, der ähnlich wie der oben genannten BRÜCKMANN", die Früchte seiner Belesenheit in einer Menge von Rezeptbüchern sammelte, um beizutragen

1) Wie geradezu international bekannt und geübt der Naturselbstdruck ist, davon belehrte mich meine Nachforschung nach KENNTMANNS Sammlung gelegentlich der Naturforscherversammlung in Dresden, wo ich diese Arbeit vortrug und das gedachte Werk hoffte zeigen zu können. Die Königl. öffentliche Bibliothek besitzt ein Pflanzenabbildungswerk, über dessen Geschichte ebensowenig bekannt war als über seine Eigenart. Ich konnte konstatieren, daß die chinesisch. signierten Abbildungen sehr hübsch ebenfalls in Naturselbstdruck dargestellt waren, daß sie im übrigen die Pflanzen zeigten, die das klassische Pflanzenbuch der „Dioskorides" des Reichs der Mitte, Pen-T'sao als „arzneilich" wirksam beschreibt. Wenn das Werk entstanden ist, das zu entdecken, gelingt vermutlich dem der chinesischen Sprache Mächtigen.



zur Aufklärung und Erweiterung der Chemie, der, besonders städtischen Gewerbe", wie GMELIN sagt, ermangelt natürlich auch nicht, unserer Kunst zu denken. In „Bekannte und unbekannte Fabriken und Künste" Tübingen 1781, S. 279 sagt er:

Nehmt Schwarz von Buchdruckern, verdünnt dasselbe mit Magsamöl [ahd. mâgo, mhd. mâge, oberd. Magsame, Mohnsamen], beschmiert ein grau Löschpapier damit, auf diese beschmierte Seite drückt die Pflanze mit ihren Blättern leicht auf.

Wenn das geschehen ist, so machet ein weißes Papier feucht und drücket die beschmierte Pflanze mit der Hand darauf feste.

Wenn der erste Abdruck zu schwarz geworden ist, oder wenn die Farbe auf dem feuchten Papier zusammenfließt, so wird der nächste Abdruck mit eben diesem Kraut besser ausfallen, ohne daß man nötig hat, dasselbe von neuem zu beschmieren.

Wenngleich er auch zusetzt „nach eigner Erfahrung", so kann ich mir nicht denken, daß WEBER mit dieser Vorschrift gute Erfahrungen gemacht hat. Das „Beschmieren" der, nach der Vorschrift frischen Pflanze, dürfte jedenfalls seine großen Schwierigkeiten gehabt haben und das Übertragen und Abdrucken auf dem feuchten Papier selbst beim ersten Male noch größere. Einen zweiten Abdruck mit derselben Pflanze halte ich für geradezu unmöglich.

Richtiger und den Zeitverhältnissen etwas mehr Rechnung tragend, aber doch wohl nur für den Liebhaber berechnet und nach KNIPHOFF-FUNCKE und TRAMPE ein großer Rückschritt ist jedenfalls die Vorschrift in dem „Handbuch bezüglich Anordnung und Unterhaltung natürlicher Körper, sowohl im Großen wie im Kleinen, Sammlungen zu Naturalien-Kabinetten für Liebhaber der Naturgeschichte", Leipzig, GOTTLOB HIRSCH, 1784. (Ich möchte nachholen, daß VALENTINI in seinem großen Museum museorum unter seinen Vorschriften nichts von Naturselbstdruck erwähnt!). Die „neue und geschwinde Art, Pflanzen nebst Blättern abzuzeichnen", sagt:

Man nimmt einen geschwärzten Buchdruckerballen in die linke Hand, legt behutsam die abzuzeichnende Pflanze oder einen Teil darauf uud drückt dann den andern Ballen vorsichtig auf die andere Seite der Pflanze, sodaß beide Seiten gleichmäßig geschwärzt werden. Dann legt man den Pflanzenteil vorsichtig zwischen einem Papierbogen auf einen mit einer Tapete bedeckten Tisch und fährt mit einer mit einem Schnupftuch umwickelten Rolle darüber. Die beiden Seiten der Pflanze finden sich dann, am besten der Natur gleichend und den besten Kupferstich übertreffend, abgedruckt.

Um diese Zeit arbeitete in der HIEPEschen Apotheke in Wetzlar ein junger Apothekergehilfe ERNST WILH. MARTIUS, der als Sohn eines Diakonus am 10. Sept. 1756 in Weißenstadt geboren, 1771 in der WELS-WEINLschen Hofapotheke in Erlangen in die Apothekerlehre getreten war und jetzt eifrig die Wanderjahre als „Gesell" dazu benutzte, sich auch wissenschaftlich

weiter auszubilden. In Regensburg hatte er im Jahre 1779 zuerst, vermutlich durch HOPPE, von dem noch die Rede sein wird, von KNIPHOFFS Abbildungen gehört, und er hatte sich schon da Mühe gegeben, sie nachzumachen. In Dillenburg war seine Neigung für die Scientia amabilis durch die Bekanntschaft mit „Demoiselle" DÖRRIEN [1]), einer Schülerin von Prof. HOFFMANN (an der damals noch bestehenden Universität in Herborn) weiter angefacht, in Wetzlar betrieb er sie wieder, unterstützt von dem K. K. Gerichtsmedikus Hofrat HELD [2]), der ihm auch seine jedenfalls recht ansehnliche Bibliothek zur Verfügung stellte.

Von einem Freunde hatte er eine Methode gelernt, die allem Anschein nach der eben gedachten aus dem „Handbuch" glich. Er verbesserte sie dahin, daß er die Farbe auf ein mit Rehhaaren gestopftes, in Art eines Vergolderkissen geformtes flaches Kissen auftrug, darauf die „eingelegte", also jedenfalls entsprechend auseinandergelegte, möglichst anschaulich arrangierte getrocknete Pflanze, auf sie ein Buch Makulaturpapier und schließlich ein Brett legte und alles zusammenpreßte. Auf die in solcher Art eingefärbte Pflanze legte er dann reines Papier und wiederum Makulatur und druckte dann mittels eines Brettes das Ganze zusammen. In seiner „Neuesten Anweisung, Pflanzen nach dem Leben abzudrucken", Wetzlar 1785, die er mit Literaturangaben einleitet, die in ihrer Vollständigkeit dem Fleiße des Verfassers und der Reichhaltigkeit der Bücherei des freundlichen ärztlichen Helfers das beste Zeugnis ausstellen, beschreibt er seine Methode eingehend. Er verwandte fort und fort seine Zeit dazu, Pflanzen abzudrucken und seine Methode zu verbessern, und in seinen spätern Stellen konnte er sich davon überzeugen, daß die Kunst auch in andern Apotheken, die damals so ziemlich die einzigen Stätten waren, die botanischen Bestrebungen dienten, zum Teil sogar mit besserem Erfolge betrieben wurde. So sah er 300 ganz vortreffliche Abbildungen, die ein Gehilfe BORMAN in der STEDINGschen Apotheke in Nürnberg angefertigt und dann noch illuminiert hatte. Von diesem auch lernte er, daß es empfehlenswerter sei, die Farbe auf einer Glastafel auszubreiten, und er ersetzte diese weiter durch ein wenig zerbrechliches glattes Brett, dann durch eine noch praktischer erscheinende Kupfertafel.

MARTIUS erregte durch sein, jetzt offenbar selten gewordenes oder in

1) Sie gab eine Flora von Nassau heraus. Weiteres entdeckte ich nicht.

2) JOH. NIKOL. HELD, d. 23. März 1730 in Darmstadt geb., später Oberhof- und Generalstabs-Medikus ebenda, seit 1771 Kammergerichts-Arzt in Wetzlar, wo er am 4. Okt. 1786 starb. Er hat eine Anzahl medizin. (auch „Über den medizin. Neid") Abhandlungen geschrieben. Auf eine Anfrage nach biograph. Angaben hatte er s. Z. STRIEDER nicht geantwortet.



Privatbibliotheken (es war auf Grund von, übrigens recht zahlreichen Pränumerationen gedruckt worden) schlummerndes Buch ein gewisses Aufsehen. Es veranlasste viele, seine Methode zu probieren und zu besprechen. Alles das und, was er selbst zugelernt, teilte MARTIUS in „Noch etwas über Pflanzenabdrücke" in dem unzweifelhaft auch wenig bekannten und verbreiteten „Botanischen Taschenbuch für die Anfänger dieser Wissenschaft und der Apothekerkunst auf das Jahr 1790, Regensburg, von DAVID HEINRICH HOPPE, mit.

Was die Methode anbetrifft, so bespricht MARTIUS auch eine „Verbesserung", die ihm von einem Hamburger VÖLSCH angeraten wurde, und die im Grunde nur die von ROZIER angegebene ist (statt Ruß von Öl könnte auch solcher von brennendem Weihrauch genommen werden). Statt Buchdruckerschwärze riet ihm der Bruder eines Kupferstechers HAYD in Augsburg, Frankfurter Schwarz und Firnis usw. zu gebrauchen.

Nach seinen jetzigen Erfahrungen könne er nur raten: die Pflanzen ganz, nachdem nötigenfalls, um die dickeren Teile, Wurzeln und Stengel, nicht zu weit über die Oberfläche vorragen zu lassen, damit sie den Abdruck der dünneren Teile nicht hinderten, diese gespalten worden, möglichst vorteilhaft auszubreiten und zu trocknen, auf die eingefärbte Kupferplatte zu legen und zu pressen, wie oben beschrieben. Für auszumalende Abbildungen wäre der zweite Abdruck von der nicht von neuem einzufärbenden Pflanze der beste. Frankfurter Schwarz mit wenig Firnis und Terpentinöl zum Verflüssigen der Farbe sei am empfehlenswertesten.

Ob ein Schriftsetzer MAYR in Regensburg, von dem noch die Rede sein wird, seine Absicht ausgeführt und, „auf Grund vieler Nachfragen" eine „Ausführliche Beschreibung, wie alle eingelegten Pflanzen schwarz abgedruckt werden können" im Jahre 1792 in 4⁰ für 1 Fl. 6 Kreuzer herausgegeben hat, wie er in HOPPES Taschenbuch versprach, kann ich nicht sagen. Das Buch ist mir ebensowenig wie des verdienten Forstrats und Professors der Botanik in Jena, J. CH. FRIEDRICH GRAUMÜLLER, „Neue Methode von natürlichen Pflanzenabdrucken", Jena 1809, zu Gesicht gekommen. Neues dürften beide Mitteilungen nicht geboten haben. So naturgetreue Abbildungen bis zu gewissem Grade die Methode unzweifelhaft auch bot, sie war jedenfalls viel zu schwerfällig, als daß sie sich für Veröffentlichungen eignete, wie sie nachgerade die Zeit forderte. Sie blieb jedenfalls auf die engen Räume der Apotheken und auf die Kreise von Liebhaberarbeitern beschränkt.

Geübt aber wurde sie unzweifelhaft nach wie vor, gelehrt von den zuletzt beschriebenen Büchern oder von Person zu Person, und vielleicht wurde sie auch da und dort zufällig und von findigen Technikern neuentdeckt. Daß sich auch andre flächenartig zu arrangierende oder flächen-



artig geformte Körper zu Naturdruck eigneten, mußte der Zufall lehren. Daß solche Körper leicht zur Darstellung härterer, nicht so leicht abnutzbarer Metallformen verwandt werden konnten, mußte Metallarbeitern, noch mehr Druckern und besonders Kupferdruckern auffallen und sie veranlassen, über passende Maßnahmen zur Darstellung solcher Druckformen nachzudenken.

Der erste, von dem m. W. berichtet wird, daß er solche Versuche anstellte, die, wie ich oben sagte, allem Anschein nach schon an 50 Jahre früher in Amerika erfolgreich in die Praxis übersetzt worden waren, ist ein dänischer Goldschmied PETER KYHL [1]). Von seinen Arbeiten erfuhr die größere Welt erst durch den Direktor der Königl. dänischen Kupferstichsammlung in Kopenhagen, Professor J. M. THIELE, der im Jahre 1853, um seinem Landsmann das Recht der Priorität zu wahren, in der Berlingske Tidende No. 123 vom 1. Juni als Antwort auf einen kurz vorher erschienenen Artikel über die Erfindung des noch zu nennenden Wieners AUER über KYHL einige Mitteilung machte. Danach hatte dieser, jedenfalls erfindungsreiche Mann schon im Jahre 1833 ein vom 1. Mai datiertes Manuskript in 4⁰ verfaßt. Es liegt nebst den zugehörigen Abbildungen von verschiedenen Laubarten, Geweben, Spitzen, Vogelfedern, Fischschuppen, Schlangenhaut usw. in der Königl. Kupferstichsammlung und ist betitelt: Beschreibung mit 46 Abbildungen über das Verfahren, flache Natur· und Kunstprodukte abzubilden, von PETER KYHL, Kopenhagen den 1. Mai 1833.

Das Verfahren ist kurz folgendes: Die betreffenden Gegenstände Blätter und Pflanzenteile, wie weiter unten beschrieben, vorbereitet und wohlgetrocknet) werden zwischen einer $^1/_2$ Linie dicken verzinnten Eisen- (also verzinntem Eisenblech) und einer Zink-, Zinn-, gut ausgeglühten Kupfer- oder Bleiplatte zwischen blankpolierten Stahlwalzen unter passendem Druck und der Vorsicht, daß die Platten sich nicht verrücken und nicht schief laufen, hindurchlaufen gelassen (AUER, offenbar gekränkt über das Auftauchen eines, ihm unbekannt gebliebenen Vorläufers, setzt hinter „Kupferplatte" wie an einigen andern Stellen, m. E. mit Unrecht, hier weil entschieden auf einer so dünnen frischgeglühten Kupferplatte Eindrücke entstünden, ein Fragezeichen!). Das Blatt od. dgl. wird sich unter der härteren Eisenplatte und dem Drucke der Walzen in der weicheren (Kupfer- usw.) Platte abformen, ganz so wie es von Gestalt ist, mit allen seinen natürlichen Erhabenheiten und Vertiefungen. Die Verzinnung der Eisenplatte verhindert ein Verschieben des abzuformenden Naturprodukts. Versuche, Pflanzenteile durch vorheriges Überstreichen eines

1) Die KYHL betreffenden Angaben verdanke ich der Freundlichkeit des verdienten Pharmakohistorikers Herrn E. DAM in Kopenhagen.



klebenden Stoffes anhaftend zu machen, mußten aufgegeben werden, weil dadurch die feinen Erhabenheiten resp. Eindrücke verklebt wurden, sodaß sie sich auf der weicheren Platte nicht abdruckten.

Pflanzenteile ließ KYHL erst zwischen Papier, oben auf etwas Sand und ein beschwertes Brett, auf dem Ofen trocknen, dann eine Viertelstunde in Wasser liegen, und wieder trocknen. Nach seinen Erfahrungen gerieten die Abdrücke mit Pflanzenteilen, die vier- bis fünfmal so behandelt, also völlig ausgelaugt waren, am besten.

Nimmt man als Unterlage eine verzinnte Stahlplatte, so kann man die Eindrücke auch auf einer verzinnten Eisenplatte hervorrufen, und durch Zusammenwalzen dieser, nachdem sie „eingesetzt, d. h. im Feuer zu Stahl verwandelt sind", mit Blechen aus andern, weicheren Metallen kann man Platten erhalten mit den Bildern der betreffenden Naturprodukte, die sofort zum Abdruck verwendet werden können.

Daß KYHLS Methode jedenfalls für Spitzenabbildungen in Anwendung kam, bezeugen bildnerische Beigaben z. B. in der „Encyklopädie aller weiblichen Hauptkenntnisse" von KAROLINE LEONHARD-LYSER, Leipzig 1843 — die dort wiedergegebenen Spitzenmuster sind unzweifelhaft Naturselbstdrucke.

Es muß angesichts dieser deutschen Drucke zum mindesten als ein Zeichen mangelhafter Belesenheit und mangelhafter Beherrschung seines Fachs angesehen werden, wenn das „wirkliche Mitglied der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, K. K. Regierungsrat, Direktor der K. K. Hof- und Staatsdruckerei" und so fort, acht engbedruckte Nonpareillezeilen lang, ALOIS AUER, Wien 1853,

„die E n t d e c k u n g des Naturselbstdrucks oder die Erfindung von ganzen Herbarien Stoffen, Spitzen, Stickereien und überhaupt allen Originalien und Kopien, wenn sie auch noch so zarte Erhabenheiten und Vertiefungen an sich haben, durch das Original selbst auf einfache und schnelle Weise Druckformen herzustellen, womit man sowohl weiß auf gefärbtem Grunde drucken und prägen, als auch mit den natürlichen Farben auf weißem Papiere Abdrücke, dem Originale identisch gleich, gewinnen kann, ohne daß man einer Zeichnung oder Gravüre auf die bisher übliche Weise durch Menschenhände bedarf,"

für sich in Anspruch nahm, und wunderbar mutet es an, daß er, trotz der eben gedachten Mitteilung des beamteten, entschieden auch als Autorität und Sachverständiger fraglos alles Vertrauen verdienenden Direktors der dänischen Kupferstichsammlung, Prof. THIELE, in einer zweiten Schrift aus dem Jahre 1853: „Eigentumsstreit bei neuen Erfindungen, insbesondere bei dem in der K. K. Hof- und Staatsdruckerei zu Wien e n t d e c k t e n Naturselbstdrucke", sein Recht als erster Erfinder verficht [1]) und trotzdem

1) Vgl. darüber auch F. R. FRIES, „Bidrag til Danik Kunsthistorie, Kjøbenhavn", 1891, S. 115 u. 234, ferner „Beretninger fra Dansk Fotografisk Forening Kjøbenjavn", 1891, S. 483.



er selbst angibt, daß er auf seine „Entdeckung" erst durch eine Mitteilung seines ihm vermutlich übergeordneten Ministers des Handels und Gewerbes von in England vor 1852 schon geübten und ihm in Mustern mitgeteilten Spitzen-Naturdrucks gekommen war und daß er auch aus diesem Grunde die Methode nur nach entdeckt haben konnte.

Tatsächlich ist AUERS Methode, die er schon 1849 in ihren Grundzügen ahnte („man würde später die Zeichner bei Vervielfältigung von Gegenständen, die schon einmal in der Natur vorhanden sind, entbehrlich machen können") und dann mit einem Faktor in der von ihm geleiteten Anstalt erprobt und ausgebildet hat, ganz der KYHLschen gleich, und neu bei ihm nur, daß er die, inzwischen 1837 entdeckte Galvanoplastik zur Abformung der von ihm allein auf Blei abgewalzten Gegenstände oder „die Stereotypie" [1]) heranzog, daß er erstere auch dann anwandte, wo es sich um Pflanzen handelte, die als Unika vor zu befürchtendem Verderben beschützt werden mußten. Wie er letztere behandelt wissen wollte, erhellt m. E. aus der Anweisung: „man überstreicht das Original mit aufgelöster Guttapercha und benutzt nach vorher stattgefundenem Überzuge von Silberlösung die abgenommene Guttaperchaform als Matrize zur galvanischen Vervielfältigung" nicht. Mir scheint eine derartige Behandlung des Unikums sein Dasein recht sehr in Frage zu stellen, wenn nicht geradezu zu vernichten.

Seine „Erfindung", von der AUER zu sagen sich durchdrungen fühlt, daß seit der von GUTENBERG „in der Druckkunst keine wichtigere Entdeckung gemacht worden sei, daß mit seinem Naturselbstdruck, eine neue Ära in der bildlichen Darstellung hervorgerufen sei", daß Österreich mit ihr zu den Entdeckungen der Galvanoplastik in Rußland und der Daguerrotypie in Frankreich „ein würdiges Seitenstück geliefert hat", ließ er sich 1852 privilegieren, und die Broschüre, in der er der Welt von ihr Kenntnis gab, bereicherte er durch Prof. LEYDOLTS Angabe zur Anfertigung von Naturselbstdrucken von Mineralien, [2]) dann mit einem Vortrage über seine Entdeckung, von einem Sekretär in der Wiener Handelskammer am 2. August 1852 gehalten, und schließlich durch einen Artikel aus der

1) Wunderschöne Muster von Abbildungen mittels der Buchdruckpresse hergestellter Pflanzenteile, von Querschnitten und von kryptogamen Planzen, die auch unter der Lupe bewundernswert erscheinen, gab Dr. ALOIS POKORNY 1856 in den Sitzungsberichten der K. K. Akademie der Wissenschaften, Mathemat.-naturwissenschaftliche Klasse XXI, S. 6 u. 263. POKORNY, Prof. der Naturgeschichte am K. K. akadem. Gymnasium in Wien, empfahl die Bleiplatte mit ihren Eindrücken erst in Gips abzuformen und darauf die Letternmasse zu gießen, oder von ihr den galvanoplastischen Abzug zu machen.

2) Aus dem Jahrbuche der K. K. geologischen Reichsanstalt, II. Jahrgang, II. Vierteljahr.



„Kaiserlichen Wiener Zeitung“ von Ritter von Perger mit geschichtlichen Daten, die in ihrer Art gar sehr an die in der oben erwähnten verdienstlichen Arbeit von Martius, der aber nicht genannt wird, erinnern. von Perger schließt, daß, als er im zoologisch-botanischen Verein von Auers Entdeckung Mitteilung gemacht hatte, die „anwesenden Mitglieder darob in so freudiges Erstaunen gerieten, daß der Vizepräsident Ritter von Heufler sich bewogen sah, den weiteren Vorträgen Einhalt zu tun, bis „sich die Aufregung gelegt hatte — eine allerdings nicht täglich vorkommende Erscheinung.“

Auer selbst schaffte für die Druckmethode den Ausdruck „Naturselbstdruck“, der in der Tat „der Natur der Sache bestens entspricht“ und für uns Deutsche jedenfalls den andern Bezeichnungen, an die er auch gedacht hatte, dem später für die Übersetzung ins Lateinische gebrauchten Physiotypie, der Autotypie usw. vorzuziehen ist.

Mit Auer (Kyhl kam, infolge der sprachlichen und politischen Abgeschlossenheit seines Vaterlandes vermutlich, nicht zur Beachtung der Welt, und Ettinghausens und Pokornys „Die wissenschaftliche Anwendung des Naturselbstdrucks“, Wien 1856, wiederholt nur, was Auer lehrt) kam der Naturselbstdruck auf seine Höhe, und mit ihm hört er tatsächlich auch auf. Auer selbst zeigte bei der Neuauflage seines Buches über seine Entdeckung auf 20 Tafeln Proben von Pflanzen, Spitzen und andern Abdrücken (zum Preise von 3 Fl.), er selbst wies in zeitgenössischen Veröffentlichungen unter Beigabe von Beispielen auf „seine“ Entdeckung hin, und eine Anzahl unten aufgezählter Sammlungen entstand. Eine irgendwie maßgebende, geschweige denn eine Stellung, wie Auer sie sich träumte, und der sanguinische Herr von Perger und andre sie vorausgesagt hatten, war ihr nicht beschieden. Daß auch der klingende Erfolg kein befriedigender war, läßt sich daraus schließen, daß die österreichische K. K. Hof- und Staatsdruckerei das unten anzuführende Werk nicht zu Ende führte, daß es vermutlich unvollendet geblieben wäre, wenn nicht die Prager Verlagsfirma Tempsky sich seiner erbarmt hätte.[1])

---

1) An dieser Stelle möchte ich zusammenfassen, was mir von Werken in Naturselbstdruck sonst bekannt geworden ist.

Coberg „Büchersammlung zur Naturgeschichte“ von 1782 führt unter Nr. 37, S. 491 auf: 3 Faszikel Abbildungen in klein Fol., beginnend mit Boerhavia hirsuta, die letzte Fucus vesiculosus sind mir unbekannt geblieben.

Martius selbst fertigte fort und fort Pflanzenabdrücke an, die er hierhin und dorthin verschenkte, wohin kann ich nicht mitteilen. Aufgeführt von ihm finde ich

Icones plantarum originales, qua adjecta cl. Linnaei nomenclatura ordine alphabetico digessit. Centur. 1—6, Ratisbonae 1780 Fol., die vielleicht die Regensburger botanische Gesellschaft besitzt.

Unter Hoppes Aufsicht gab Johann Mayr daselbst heraus Ectypa plantarum



Daß im Auslande, abgesehen von dem Abdrucke von Spitzen, KYHL-AUERS Druckmethode Eingang gefunden hat, glaube ich kaum.

Ratisbonensium, verfertigt und verlegt von J. MAYR, und gedruckt mit Zeitlerischen Schriften, 1—8tes Hundert, Regensburg 1787—1793.

Schwarze Abdrucke der um Regensburg wild wachsenden offizinellen Pflanzen. Erstes Heft, Liebhabern und Freunden der Pflanzenkunde gewidmet, gesammelt, verfertigt und verlegt von J. MAYR, Verfertiger der Ectypa, Mitglied der Regensburger botanischen Gesellschaft, Regensburg 1794. Tab. I—XXV.

Deutschlands Flora in schwarzen Abdrücken von den Pflanzen selbst. Beförderern und Sammlern deutscher Kunstwerke gewidmet, von J. MAYR. Begonnen im September 1797. Geordnet nach dem Linnéschen System.

Dr. FÜRNROHR in der Naturhistorischen Topographie von Regensburg gibt an, daß 10 Hefte mit 1000 Abbildungeu erschienen sind. Trotzdem das Heft nur 3 fl. kostet, konnte das Werk nicht beendigt werden.

1807 lieferte MAYR noch eine Sammlung von 50 Carices. Die drei eben erwähnten Werke besitzt die Regensburger botanische Gesellschaft, die Ectypa I—VIII die Universitätsbibliothek in Göttingen.

1814 schließlich sollen von OPP Neue Pflanzenabdrücke, Gräser, wie PRITZELS Thesaurus mitteilt, erschienen sein.

Weiter erschienen von PHIL. CASP. JUNGHANS. Med. Dr., Demonstrator Botan., Societatis Halensis membrum, Icones plantarum officinalium ad vitam impressae, Halae 1787 (nach Glasers Taschenwörterbuch 1788), und Icones plantarum rariorum, ebenda 1792. Nach zeitgenössischem Urteil sollen sie vortrefflich sein.

Die Icones besitzt die Universitätsbibliothek in Göttingen.

MARTIUS erwähnt noch, daß der schon genannte Prof. JUCH und ein Arnstädter Theologe OLEARIUS, ebenso der Präsident der Leopoldina BAIER (selbst dargestellte?) Pflanzenabdrücke besessen haben. Wenn dem so war, so sind sie entweder verloren, oder sie sind in einer Bibliothek aufgenommen, ohne daß man über ihre Eigenart sich klar ist. (In Arnstadt weiß man von einer Sammlung, die vielleicht von JOHANN GOTTFRIED OLEARIUS angelegt sein könnte, der ein „Specimen florae Halensis" geschrieben hat, nichts.)

Die Icones plantarum die unter Mithilfe von Hamburger Geiehrten von J. v. DÖHREN in Hamburg 1777 herausgegeben zu werden begannen, sind wie ich mich überzeugte, keine Naturselbstdrucke.

ETTINGHAUSEN, v. CONSTANTIN und ALOIS POKORNY, Physiotypia plantarum Austriacarum. Der Naturselbstdruck in seiner Anwendung auf die Gefäßpflanzen des österreichischen Kaiserstaats mit besonderer Berücksichtigung der Nervation in den Flächenorganen der Pflanze. Mit 500 Folio- und 30 Quart-Tafeln. Texte in Groß 4°, Tafeln in Folio. 1856 (160 Fl., wird augenblicklich antiquarisch für 200 M. angeboten).

GEORG FRAUENFELD, die Algen der dalmatischen Küste, mit Hinzufügung der von KÜTZING im adriatischen Meere überhaupt aufgeführten Arten. Die Darstellung eines Teils derselben in Naturselbstdruck (3 fl. 30 kr.)

HEUFLER, LUDWIG Ritter von, Specimen florae Cryptogamae vallis Arpasch, Carpatae. Eine Probe der Kryptogamischen Flora des Arpaschtales in den siebenbürgischen Karpathen. 1853. Fol. (2 fl. 80 kr.)

ETTINGHAUSEN, CONSTANTIN Ritter von, Die Blattskelette der Dicotyledonen.



Meine Erkundigungen [1]) ergaben nur (wieder war es Dr. DORVEAUX, der auf Grund seiner großen Belesenheit und seiner Spezialkunde hin, mir helfen konnte), daß in Frankreich zwei Werke erschienen sind, die in das Gebiet des Naturselbstdrucks gehören [2]) — aber hier ist die Lithographie zu Hilfe gezogen, in welcher Art, weiß ich nicht. Die Eigenart der Phytoxygraphie erhellt am besten aus einem Brief des „Ingenieur des ponts et chaussées, directeur du parc et des jardins de Lyon BONNET", der als Einleitung vorgedruckt ist. Er lautet:

„Monsieur [ANSBERQUE], J'ai suivi avec beaucoup d'intérêt les essais que vous avez faits depuis 2 ans, pour arriver à transporter sur pierre l'empreinte des plantes sèches conservées dans les herbiers, et à tirer des épreuves lithographiques

---

Mit 95 Tafeln in Naturselbstdruck und 276 in den Text gedruckten Physiotypen. Wien, k. k. Hof- und Staatsdruckerei 1861 (Vorrede von 1860).

Die eben gedachten Werke wurden alle als Verlagsartikel der k. k. Staatsdruckerei in Wien in einer Beilage zu M. AUERS „Kosmos, Zeitschrift für angewandte Naturwissenschaften" unter Beigabe einer Mustertafel empfohlen.

— —, Physiographie der Medizinalpflanzen. Mit 294 Abbildungen in Naturselbstdruck. Wien 1862. BRAUMÜLLER.

G. CH. REUSS, 42 Folio-Tafeln Pflanzenblätter in Naturdruck mit der botanischen Kunstsprache für die Blattformen, mit Text, die in Stuttgart in einer zweiten Auflage, (da darin von dem eben genannten Werke die Rede ist), jedenfalls vor 1862 erschienen ist.

In dieselbe Kategorie gehört jedenfalls auch ein Buch, auf das ich durch die Liebenswürdigkeit der Leitung des Pharmaceutical Journal in London geführt wurde, nämlich BAILDON's Nature printed forms, London 1869, L. Reece & Cp. Henriette Street, W. C.

1) Ich möchte hier bemerken, daß dem Ergebnis meiner Anfragen nicht unbestreitbarer Wert zuzumessen ist. Vielleicht stecken da und dort Werke, um die es sich handelt, aber an einem Platze, der das Auffinden beim ersten Versuch verhindert. Hier z. B. in der, nach UHLWORMS vortrefflicher Methode geordneten MURHARD schen Bibliothek waren die beiden oben genannten Werke von AUER unter Typographia und Staatswissenschaft eingereiht, und ich fand sie erst, nachdem mir der Autor bekannt geworden und ich im „Nominal"-Catalog" suchte, während meine Nachforschungen im Sach-Katalog unter, hier wohl zuletzt in Betrieb kommenden Botanik fruchtlos verlaufen waren.

2) Die Titel der beiden Werke lauten: Flore fourragère de la France, réproduite par la méthode dite phytoxygraphique et publiée sous le patronage du service du Parc et des Jardins de la ville de Lyon, par EDMOND ANSBERQUE, vétérinaire militaire, membre correspondant de la Société impériale d'agriculture, d'histoire naturelle et des arts utiles de Lyon. Lyon, Imprimerie lithographique de ED. ANSBERQUE à Villeurbanne, 1866 in folio de 8 pages et 272 planches, 7 pages de Table.

Procédé de reproduction dit phytoxygraphique. Herbier de la Flore française par M. CUSIN, aide-naturaliste au Jardin botanique de Lyon et M. ANSBERQUE, vétérinaire au 4me escadron du Train des équipages militaires. Publié sous le patronage du service du Parc et des Jardins de la ville de Lyon 1867. Nombreux volumes in-folio. Au verso du titre, on lit: „Lithographie Ansberque-Typographie Nicon"



de ces empreintes. Vos efforts persévérants ont été couronnés d'un plein succès, et je crois qu'on peut, dès aujourdhui considérer votre procédé comme passé dans le domaine de la pratique."

Auch dieses Vorgehen hatte offenbar keinen Erfolg und blieb vereinzelt. Warum?

Nun ein Blick auf die Beispiele, die ich in Abbildungen beilege, geben die beste Antwort, besser, kürzer, wie sie noch so lange Auseinandersetzungen geben könnten. Sie sind sozusagen photographisch treu; sie zeigen selbst dem bewaffneten Auge überraschend viele Feinheiten, die dem bloßen Auge zu sehen unmöglich sind — aber es sind Abbildungen, wenn auch noch so sorgsam hingelegter steifer, toter Pflanzen mit nur wenig Merkmalen, die für die Bestimmung wichtig sind, und die der zumal sachverständige Künstler, ohne der Naturtreue Zwang antun zu brauchen, bei seiner Abbildung mühelos unwillkürlich zur Erscheinung bringen kann und wird, ganz ebenso wie ein Porträtmaler die zu porträtierende Person fast unbewußt in die für seine Zwecke vorteilhafteste Stellung bringt und ebenso unbewußt, aber doch von künstlerischen oder technischen Erwägungen geleitet, die charakteristischen Züge zur Geltung bringt, oder wie ein Schriftsteller ebenso die Eigenart der zu schildernden Personen, Tatsachen usw. betont.

Die Geschichte sprach diesem Naturselbstdruck das Gericht, er ist vergessen, ihr anheimgefallen, und diese Tatsache läßt sich nicht leugnen, trotzdem vermutlich wie in meiner Jugend noch jetzt Wanderlehrer die Schulen aufsuchen, um ihre Geheimkunst zu lehren. Und wenn auch gelegentlich, wie ich zeigen werde, wieder Naturdruck als etwas Neues auftaucht, so ist das nur ein betrübendes Zeichen der Tatsache, daß niemand Geschichte kennt oder, gelegentlich aus Eigennutz vielleicht, seine Kenntnisse verbirgt. Nur das Ausland scheint sich an solchen Wiedererweckungsbestrebungen beteiligt zu haben.

So teilte La Nature in ihrer Nummer vom 3. Juni 1876, S. 15, unter dem Stichwort „Empreintes des plantes" ein Verfahren mit, das BERTOT[1]) im „Explorateur" empfohlen hat. Das Wesentliche ist, daß

1) Nous lisons dans l'Explorateur que M. DUCHARTRE à récemment signalé un curieux procédé dû à M. BERTOT. Il s'agit d'un moyen de prendre des empreintes de végétaux sur du papier ordinaire. On imbibe d'huile une feuille de papier que l'on plie en quatre et que l'on presse pour assurer l'imbibition. La feuille végétale est placée entre les deux derniers plis et pressée. On la transporte alors entre les plis d'une seconde feuille et l'on presse de nouveau, puis on l'enlève. Il n'y a pas d'empreinte apparente: mais en saupoudrant avec de la plompagine, l'empreinte appraraît, et elle est indélébile si l'on a mélangé à la plombagine de la colophane ou de la résine en poudre. On nettoie l'épreuve avec de la cendre de foyer tannisée, et l'on y appuie un fer à repasser chaud qui fixe l'empreinte en fondant le corps



auf die Abdrücke trockner Pflanzen auf geöltem Papier mit Harz gemischter Bleiglanz (Plumbago) geschüttet wird. Was von diesem Pulver auf dem glatten Papier sitzen bleibt, wird mit gesiebter Ofenasche fortgeschwemmt. Einem ersten Versuch dürfte ein zweiter kaum folgen.

1883 beglückte ebenfalls in La Nature ein Herr L. M. CYME, „nachdem lange vergeblich nach einer Methode direkten Pflanzendrucks gesucht worden ist", die Welt mit der Erfindung der „Phytochromotypie", die „neu" ist, aber nur in bezug auf den Farbstoff: die Pflanzen werden in einer Lösung von, der Billigkeit wegen, in Holzgeist gelöster Anilinfarbe gefärbt, und abgedruckt. 1)

---

résineux. Les épreuves sont remarquables de netteté, et le procedé est, comme on le voit, peu coûteux.

1) Selbständig erschien die Arbeit in Broschürenform unter dem Titel „Phytochromotypie ou impression en couleurs des végétaux", Marseille, Mai 1883. 8°.

Es heißt darin:

On a cherché depuis longtemps à prendre directement des empreintes de plantes. Mais les résultats obtenus jusqu'ici étaient souvent bien imparfaits, et les procedés employés, assez compliqués. La phytochromotypie, qui repose en principe sur le pouvoir colorant considérable des couleurs d'aniline, permet à toute personne un peu adroite d'obtenir simplement et rapidement, sur une surface quelconque, des empreintes de plantes de couleurs variées.

Voici succintement en quoi consistent les principaux de ces procédés: la plante à imprimer étant aplatie et desséchée à l'aide de papier sans colle et d'une pression convenable, ou, pour plus de rapidité, au moyen d'un fer chaud, ainsi qu'on le pratique pour la mettre en herbier, on applique au pinceau, sur la surface à reproduire, une couleur d'aniline dissoute dans de l'alcool ou dans de l'esprit-de-bois, qui est bien meilleur marché. D'autre part, s'il s'agit de recevoir l'empreinte sur papier par exemple, on aura mis celui-ci à tremper dans de l'eau pendant quelques instants. On l'en sort ensuite, on l'éponge dans un cahier de papier buvard, on le place sur une feuille de zinc ou de ferblanc; on met la plante par-dessus, la face chargée de couleur et bien sèche en contact avec le papier. On couvre avec une maculature en papier à la fois fin et fort, et maintenant le tout de la main gauche, de manière à éviter tout glissement, on passe avec la main droite un tampon au-dessus de la plante, en appuyant légèrement et uniformément partout.

Si la plante est trop grande pour pouvoir être maintenue de la main gauche, on emploie avec avantage une planchette munie d'une toile fine fixée à l'un des bords de celle-ci, et pouvant se rabattre et se tendre par-dessus au moyen d'un étrier manoeuvré avec le pied. En emprisonnant le papier et la plante sous cette toile, on obtiendra une immobilité complète, permettant de tamponner par-dessus.

On peut aussi remplacer le tampon de coton par un fer à repasser froid, qui on promène, en appuyant légeremènt, au-dessus de la plante a imprimer, et alors, suivant qu'on intercale ou non un petit cahier de papier-soie entre la plante et la maculature, on obtient l'empreinte de la surface entière de la plante, et seulement son contour ou le réseau de ses nervures.

Il est possible, surtout avec les couleurs pui rendent beaucoup, telles que le



Es heißt darin: 1904, den 7. Mai, brachte im Londoner „Pharmaceutical Journal" GRAHAM BOTT unter „Leave Impressions, Skeletons and

---

violet de méthylaniline, de tirer plusieurs épreuves de suite, sans avoir à recharger la plante de couleur. Il faut même modérer cette abondance de coloration, si l'on veut éviter l'empâtement des premières épreuves. Il n'y a pour cela qu'à passer sur la surface de la plante coloriée et bien sèche, un pinceau trempé dans une solution de salpêtre ou même du sel marin, et à laisser bien sécher avant de commencer le tirage.

On conçoit qu'en chargeant les diverses parties de la plante de couleurs différentes suivant ses nuances naturelles, ou suivant le gôut de chacun, on obtiendra des épreuves diversement coloriées. Les couleurs d'aniline offrent des nuances trésvariées et très-vives. On peut employer toutes celles qui sont à la fois solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Avec quelques soins et aprés quelques essais, on arrive à obtenir des épreuves d'une finesse et d'une netteté remarquables. Si cependant elles présentaient quelques défauts, on pourrait le corriger avec un pinceau ou une plume, suivant le cas, trempés dans la couleur d'aniline convenable dissoute dans de l'eau salpêtrée. Les points emprâtés se masquent avec du blanc de zinc délayé aussi à l'eau salpêtrée.

Les empreintes polychromes, c'est-à-dire de plusieurs couleurs, peuvent de même être retouchées, en particulier si elles offrent quelques tons trop criards, avec des couleurs d'aquarelle convenables, mélangées ou non à des couleurs d'aniline qui en augmentent beaucoup l'éclat, en employant toujours comme dissolvant de l'eau salpêtrée.

Si au lieu de mouiller le papier de tirage avec de l'eau, on l'humecte avec de l'alcool, on obtiendra des empreintes de nuances très-vives, et le papier gardera tout son lustre.

Ou pourra par ce moyen exécuter des empreintes sur un cahier, sur un album, en général sur les surfaces qui craignent l'eau.

D' autres surfaces que la gélatine, les papiers gommes, etc., pour lesquelles on ne saurait employer ni l'eau, ni l'alcool, seront humectées à la glycérine.

Enfin si l'on passe sur la plante chargée de couleur et bien sèche, une trés-légère couche de glycérine, qu'on l'éponge un peu avec du papier non collé, on pourra tirer une ou plusieurs epreuves de suite sur du papier non humecté ou tout autre surface sèche. La gravure qui accompagne cet article est la reproduction exacte en noir d'une empreinte en violet de méthylaniline obtenue par ce dernier procédé. Ce groupe, composé de feuilles de tanaisie et de capillaire et d'un fragment de paturin, fait ressortir à côté du soin et du travail que comporte une telle gravure la facilité et la perfection du procédé d'empreinte.

Ce sont les plantes ou les parties de plante les plus fines, les plus chargées de détails qui donnent les plus jolis résultats. En les groupant diversement, on compose des ornements variés. Avec des empreintes de plantes lilliputiennes on formera des albums mignons fort instructifs. D'autres objets que les plantes ou fleurs sont d'ailleurs susceptibles d'être imprimés par ces procédés, tels que des insectes, des médailles, etc., ceux même qui semblent les plus difficiles à reproduire, donneront des empreintes au moyen de coupes, ou de moulages convenables.

On peut encore obtenir les empreintes sur verre, sur émail. Il faut alors ajouter du vernis copal aux couleurs dissoutes à l'alcool, et employer les plantes



Casts" BERTOTS-Methode und als Verbesserung die älteste von PEDEMONTANUS, nur daß er den Ruß aus Kampher herstellen läßt und, als neu, empfiehlt, den Druck mit einem Spray von Harzlösung in Alkohol zu fixieren. Die vermutlich photographisch hergestellte Kopie eines nach seiner Art abgedruckten Liriodendron-Blattes empfiehlt seine Kunstfertigkeit oder seine Methode nicht gerade.

Um ganz dieselbe Art handelt es sich unzweifelhaft in einem Artikel aus dem „Journal of the Society of arts", auf den am 25. Juni, S. 871 aufmerksam gemacht werden konnte, und ein Jahr später, 1905, am 21. Januar, konnte dasselbe Journal sogar davon berichten, daß FRANZIS SHERIDAN den Naturselbstdruck nicht allein, sondern auch den einen von AUER gebrachten Namen erfunden, übrigens auch patentiert erhalten hätte (The physiotype printing process in invented and patented by ...). In Wahrheit handelt es sich nur um die Methode BERTOTS. Der findige Neuerfinder sichert sich aber seinen Lohn dadurch, daß er für den Abdruck „präpariertes" Papier und für das Einpudern ein „developping powder" als nötig bezeichnet, das nur in einem bestimmten Geschäft zu erhalten war. Daß man durch Einpressen der Pflanzenteile auch Druckformen auf Zink oder Aluminium herstellen könne, erwähnt er nebenbei auch.

Auf ganz andern Voraussetzungen beruhen Versuche einer andern Art von Naturselbstbildnerei, die schließlich auch zum Naturselbstdruck sich ausgestalteten, und zwar auf der Photographie, die im Jahre 1839 von DAGUERRE entdeckt und in ihren Grundlagen versucht wurde. Tatsächlich ist die Photographie oder Phototypie ja nichts weiter wie eine direkte Aufnahme von Naturobjekten in der Art, daß die von ihnen ausgehenden Lichtstrahlen, immerhin auch durch eine Druckerscheinung, durch ihnen innewohnende Energie auf die lichtempfindliche Platte wirken und

---

encore fraîches. On applique celles-ci chargées de couleur, et on les laisse quelque temps en contact avant de les enlever.

Du reste le pouvoir de coloration des couleurs d'aniline les rend susceptibles d'une foule d'applications aux calques, décalques, transports de dessins divers. La Nature a autrefois décrit l'une d'elles: le chromographe. Signalons encore aujourd'hui parmi les procédés de phytochromotypie, la possibilité d'obtenir des augmentations ou de réductions des empreintes, en employant le pantographe de M. Guérin. Cet instrument se compose essentiellement d'une membrane en caoutchouc montée sur un tambour, et susceptible d'être tendue plus ou moins à l'aide d'une vis placée en dessous. En enduisant cette menbrane d'un mélange de glycérine et d'essence de térébenthine, on obtiendra une empreinte de la plante chargée de couleur, et cette empreinte, ramenée aux dimensions couvenables par le jeu de la vis, pourra ensuite elle-même fournir une contre-empreinte sur papier humecté à l'alcool.



ihr Ebenbild entstehen lassen, eine Ichnophotographie oder Physiophototypie, ein Naturselbstlichtdruck, wenn ich so sagen soll. Daß man tatsächlich früh, gleichzeitig sogar mit der grundlegenden Entdeckung des Verfahrens versucht hat, Blätter als Negative zu benutzen, das beweist die von BERTRAM COCKBURN im „Pharmaceutical Journal" vom 16. Apr. 1904 in Erinnerung gebrachte Tatsache, daß TALBOT, der bedeutende Photochemiker, der DAGUERRES Entdeckung durch Einführung des von ihm zuerst dargestellten lichtempfindlichen Kopierpapiers wesentlich förderte, in einer Rede vor der Royal Society im Jahre 1839 darauf aufmerksam machte, daß Photogenic drawings gleich von Blättern gemacht werden könnten.[1])

Fort und fort sind seitdem sicherlich von Wissenschaftern, Photographen und Liebhabern ähnliche Versuche angestellt worden, bekannt aber ist mir nur eine, und zwar die folgende Mitteilung geworden aus dem Jahre 1872[2]) aus der Feder eines Herrn A. MERGET.

Die Leichtigkeit verwertend, daß Quecksilber poröse Körper durchdringt, empfahl er z. B., einen dünnen Holzquerschnitt auf mit ammoniakalischer Silberlösung empfindlich gemachtes Papier zu legen und beide an eine amalgamierte Kupferplatte zu klemmen. Auf einem erwärmten Ziegelstein verflüchtigt sich das Quecksilber aus der Kupferplatte binnen kurzer Zeit und dringt durch das Holz, wo es durchlässig ist. Durch Waschen mit viel Wasser, behandeln mit Chlorgold und Natriumhyposulfit soll man dann auf dem Silberpapier vortreffliche, peinlich genaue Bilder des Holznegativs fixieren können.

Einige Versuche aus neuester Zeit unter Umgehung der gewöhnlichen

1) In dem Werk von H. SCHNAUSS, Photographischer Zeitvertreib, Leipzig 1906, ED. LIESEGANG, S. 216, findet sich die Abbildung einer so dargestellten Chlorsilberplatte von 1839.

2) Annales de chymie et de physique. I. série, Tome XXV, p. 127, 128. Paris. Dort heißt es:

La perméabilité des corps poreux aux vapeurs mercurielles m'a permis de prendre, sur papier sensibilisé, des empreintes de feuilles et de tiges, qui, non seulement reproduisent avec la fidélité la plus irréprochable les plus fins détails du modèle, mais les font même plus vigoureusement ressortir, par suite d'effets très-marqués de contraste. Prises sur des modèles de choix, ces empreintes fourniront des collections intéressantes de types pour les demonstrations de la botanique, et le procédé qui m'a servi à les obtenir pourra certainement être utilisé dans plus d'une recherche d'anatomie et de physiologie végétales.

Pour obtenir ces empreintes de bois, par exemple, on pose, par une de ses faces exactement plane, un mince rondin de bois sur du papier préparé à l'azotate d'argent ammoniacal. On recouvre le rondin d'une plaque de cuivre amalgamée, superposée d'une brique bien chaude. On obtient ainsi, en quelques minutes, une épreuve représentant avec fidélité la structure du bois. On la lave à grande eau, on la vire et on la fixe simultanément par son immersion dans un bain contenant, par exemple, 1 gramme de chlorure d'or et 200 gramme d'hyposulfite de soude par litre d'eau.



Art der „Aufnahme", das Licht unmittelbar Naturprodukte zeichnen zu lassen, waren vor wenig Jahren in Kassel gelegentlich der Naturforscher-Versammlung daselbst 1903 ausgestellt (eine von mir dargestellte Kopie zeige ich im Bilde). Gleichzeitig lege ich einige Abbildungen von Fingerabdrücken vor, die da deutlich zeigen, wie ich mir vorstelle, daß der Naturselbstdruck dem Urmenschen vor Augen getreten sein kann und muß. Daß sie ein wesentlicher Teil des Erkennungsverfahrens nach BERTILLON sind, ist ja bekannt. Erinnern wir uns an die Fingerkuppen-abdrücke der alten Assyrer, ziehen wir weiter in Betracht, daß seit alter Zeit und noch jetzt im Orient der des Schreibens unkundige statt des Namens den geschwärzten Handballen oder Daumen unter dem betreffenden Dokument abdruckt, so sehen wir, daß BERTILLONS Methode, wie so vieles andre lange schon dagewesen, höchstens eine Verbesserung alten Brauches ist.

Nur was dem menschlichen Auge im gewöhnlichen, aus den Strahlen des Spektrums zusammengesetzten Tageslichte zu erblicken vergönnt ist, konnte und kann der Naturselbstdruck festhalten. Es blieb den Röntgenstrahlen vorbehalten, Gegenstände sichtbar zu machen, die verborgen sind in Stoffen, die gewöhnliches Licht nicht zu durchdringen vermag. Alle Kennzeichen echten Naturselbstdrucks oder wenigstens des Naturselbstlichtdrucks bieten die Röntgenphotographien. Nur dem Sachverständigen zeigen die gewöhnlichen, wenig abgegrenzten, schattenförmig verschwommenen Bilder, auf denen sich nur harte, für die Strahlen absolut undurchlässige Fremdkörper klar hervorheben, die dem Auge sonst durch die Körperdecken verborgenen Innenteile. Mit staunenswerter Deutlichkeit zeigen die neuerdings (ich glaube zuerst in Eppendorf) angefertigten Bilder injizierter Körper-Teile, die ich zum Schlusse vorführen möchte, das dem Adergeflechte in den Blättern völlig gleiche Filigrangeflecht der Adern und Äderchen und deren Anastomosen im tierischen Körper, durch die das Blut von dem Herzpumpwerk in den Blutkreislauf hindurchgepreßt wird, um Nahrungsstoffe hin-, abgebrauchte zurückzuführen, bis der unerbittliche Tod dem *Πάντα ῥεῖ* im Mikrokosmos Halt gebietet, und er im ewigen Vergehen in Asche, in seine Urstoffe zerfällt, die im *Πάντα ῥεῖ* des Makrokosmos dem ewigen Werden neuer Stoffe und Organismen dienen.

Inwieweit des HERAKLEITOS Wort doch noch auf den Naturselbstdruck in Anwendung zu bringen sein wird, das klar zu legen, muß ich dem überlassen, der nach mir einer späteren Generation seine Geschichte zu schildern übernimmt.



Die Lehre vom Menschen in der Physica des Johann Amos Comenius.

(1592—1670.)

Von Privatdozent Dr. FRANZ STRUNZ-Wien.

Es ist schon an anderer Stelle von mir eingehender gezeigt worden, daß JOHANN AMOS COMENIUS (geb. 28. März 1592 in Ungarisch-Brod in Mähren, gest. 15. Nov. 1670 in Amsterdam) in seinen naturwissenschaftlichen und naturphilosophischen Ansichten meist nicht original ist. Wir wissen, daß er für seine Physica [1]) aus DANIEL SENNERT und LUDOVICUS VIVES Anleihen gemacht hat, aus FRANCIS BACON OF VERULAM, LIBAVIUS, PHILIPP HARSDÖRFFER und anderen. Ganz zu schweigen von den Entlehnungen aus ARISTOTELES. Versucht man seine Lehre vom Menschen auf Herkunft und Urtümlichkeit zu prüfen — „Lehre vom Menschen" natürlich im Sinne einer „Physica" des beginnenden 17. Jahrhunderts — so sind es besonders zwei Quellen, auf die man beim Lesen sofort stoßen muß: auf TOMASO CAMPANELLA (1568—1639), der selbst aber wieder von NICOLAUS CUSANUS und BERNHARD TELESIUS beeinflußt ist, und auf THEOPHRASTUS PARACELSUS. Was außer diesen naturwissenschaftlichen Lehrmeinungen an Philosophischem gesagt wird, schließt sich vielfach an die Denker an, die wir eben genannt haben, dann an Stellen aus den biblischen Schriften. Aber dabei zeigt die Art der Zusammenfassung und die zwingende Logik des Darstellers den genialen Beurteiler, der über dem Stoffe steht. Das Wie im Verarbeiten des Problems und die Weise der Einordnung in das Ganze, das man damals „Naturkunde" nannte, das war das Neue. Aber COMENIUS will nicht allein ein Buch über die Erscheinungen der Natur bieten, vielmehr es ist auch eine Art Prinzipienlehre des Wissens und eine Einführung

1) 1632 entstanden. Die erste Ausgabe erschien 1633 in Leipzig unter dem Titel: Physica ad lumen divinum reformatae Synopsis Philodidacticorum et Theodidacticorum censurae exposita ..... Lipsiae sumtibus Gotofredi Grossi Bibliopolae Anno 1633 (236 S. 8°). — Eine vorzügliche Neuausgabe und Übersetzung verdanken wir dem Comeniusforscher JOSEF REBER, die 1896 in Gießen bei E. ROTH erschien.



in jene Welt von Naturgesetzlichkeit, wie man sie damals verstand. Und hieraus ergeben sich ihm auch wichtige didaktische Grundsätze, die das interessante Buch einst zu einem grundlegenden Lehrbuch gemacht haben [1]). In ihrer Art ist die Physica ein Versuch, Einheit des Denkens und Einheit des Kosmos einander gleichzusetzen und dabei eine Anleitung zur richtigen Betrachtung der Natur im Ganzen und in ihren einzelnen Erscheinungen. Das sei der Weg zur Gotteserkenntnis und zur Überzeugung, daß um des Menschen willen alles geschaffen ist. Freilich steht das alles auf der seelischen und verstandesmäßigen Ausdrucksweise seiner Zeit. Darum auch die theologischen Unterscheidungen. Es gilt die Autonomie des göttlichen Wortes und wo es angeht, vertritt auch COMENIUS eine offenbarungsgläubige Lehre. Das von Ewigkeit herrschende persönliche, selbständige Prinzip, das eine Ausnahmestellung einnimmt, wird anerkannt. Allen sogenannten Atheismus versucht er abzulehnen und auch den akuten Pantheismus. Freilich bleibt es oft nur beim Versuch. Immer wieder fühlt man die Annäherungen an eine Alleinheitslehre und das Bestreben, Kosmos der Kräfte und Kosmos der Gedanken einander gleichzusetzen auf Grund einer richtigen Wissenschaft von der Sinnenwelt und von den Tatsachen des geistigen Lebens. Dieses Sichaufeinanderbeziehen und dieses Suchen nach Zusammenhängen dünkt mich auch in diesem comenianischem Buche als das eigentlich Kernhafte. In diesen Grundsätzen ist die wertvolle didaktische Methode verankert, die dem ganzen Werke eine persönliche Signatur gibt. Durch alle zeitgeschichtliche Umkleidung sehen wir in die Seele eines lebendigen Denkers, der wohl alles, was seine Tage von der Welt der Tatsachen, von Herkunft und Bestimmung des Lebens wußten, zu einem harmonischen Bilde zusammenfassen will, aber der dennoch in der begrifflichen Schärfe und in der didaktischen Formung des Stoffes seinen völlig eigenen Stil des Denkens hat. COMENIUS strebt, wie gesagt, darnach, Welt, Natur und Mensch in ihrer Totalität zu begreifen. Er zeigt in 12 klaren und logisch scharf voneinander gehenden Kapiteln und einem Anhang die Idee und die Prinzipien der Welt, die Bewegung, Eigenschaft und Veränderung der Dinge, die Lehre von den Elementen, daran schließen sich die Disziplinen der eigentlichen Naturforschung, weiter psychologische, pädagogische und apologetische Abschnitte, Medizinisches u. a. Durch das Ganze geht ein Bestreben: der πανσοφία, omnisapientia oder universalis sapientia zu dienen. Die allumfassende Weisheit, die das ganze Universum umspannen soll — es ist das Ideal der Pansophie! Für

1) Darum setzt er auch vorn als Motto ein Wort aus der Schrift De tradendis disciplinis (ib. I. cap. VI) von LUDOVICUS VIVES: „Disciplinae breviter et pure ostensae acumen, judicium, prudentiam, communium rerum usum adjuvant: longa vero rerum tractatio retundit vim mentis et molestissima est".



das ganze Menschengeschlecht ist sie eine „Schatzkammer der Weisheit“ und der Weg zur Erziehung des Menschengeschlechtes. Oder wie es COMENIUS in seiner bilderreichen Sprache sagte: „eine heilige Jakobsleiter soll sie werden, hinaufführend durch alles Sichtbare zum Unsichtbaren“.... COMENIUS war ein echter Pansoph [1]) mit dem scharfen Blick des Gelehrten — als Pädagoge gehört er ja auch noch heute zu den führenden Klassikern dieser Wissenschaft — aber auch mit der starken Neigung zur Apokalyptik und Eschatologie. Es gibt ihm den feinschwärmerischen, ich möchte beinahe sagen, mystischen Zug. Aber gewiß hat die Physica auch als ein „Versuch eines theologischen Naturalismus“ — JOHANN KVACSALA [2]) hat sie so genannt — einen dauernden Wert für die Geschichte.

Wie COMENIUS über die Prinzipien und Elemente der Welt, über die substanzbildenden Qualitäten und das Stoffproblem als solches gedacht hat, soll im folgenden nicht behandelt werden [3].) Daß er eine Hypostasierung der Naturkräfte vertritt und an die Allbelebung glaubt [4]), daß er aus einem echt aristotelischen Dualismus heraus Stoff und Form annimmt, drei Prinzipien, eine siebenfache Gradation der Substanz, motus und Qualitäten unterscheidet, u. a. möchte darum nur kurz erwähnt werden. Was von diesen Theorien comenianisches Eigengut ist, läßt sich dahin zusammenfassen [5]): einmal vor allem der bestimmte und eindeutige Nachweis, daß die Prinzipien aus der Bibel, der Vernunft nnd der Sinneswahrnehmung ableitbar sind, dann die siebenfache Abstufung der einzelnen Substanzen von den niedersten zu den höchsten und eine klare Begründung der verschiedenen Bewegungen und Qualitäten. Das wäre etwa der Kern der eigenen Gedanken.

Es ist nicht die Aufgabe dieser Zeilen, die biologischen Grundsätze des COMENIUS überhaupt darzustellen, man müßte sonst auch seine Kapitel de plantis (IX) und de animalibus (X) einer eingehenden Untersuchung

1) Die ausgesprochen pansophischen Schriften sind: Theatrum universitatis; Conatum pansophicorum dilucidatio; Prodromus pansophiae; Via lucis; Diatyposis pansophiae; De emendatione rerum humanarum consultatio catholica [I. Panergesia, II. Panaugia, III. Pansophia (Skizze), Janua rerum (Metaphysik): Panorthosia (Entwurf)]. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß in seinen anderen, meist bekannteren Werken der pansophische Akzent fehlt. Auch im Unum necessarium (1668) und in dem ergreifenden „Testamente der sterbenden Mutter“ (1650) begegnet man ihm. Und es sind dies seine zwei persönlichsten Werke!

2) JOH. KVACSALA: Über J. A. COMENIUS' Philosophie, insbesondere Physik. Dissertation, Leipzig 1886.

3) Vgl. darüber meine Abhandlung: Chemie und Mineralogie bei JOH. AMOS COMENIUS. Chemiker-Zeitung 1908, Nr. 62. Oder meine: Beiträge und Skizzen zur Geschichte der Naturwissenschaften. Leipzig und Hamburg 1909 (Leop. Voss).

4) Gott ist ein Wesen und doch alles, er ist alles und doch eins.

5) Vgl. REBERS Physica-Ausgabe. Einleitung S. LXII.

unterziehen[1]). Hier vielmehr kommt es uns nur darauf an, sein Bild vom Menschen in einer Skizze festzuhalten und die Ansichten von der allgemeinen Lebenslehre nur soweit heranzuziehen, als es der logische Zusammenhang erfordert.

Unter animalem Wesen im weiten Sinne des Wortes versteht Comenius eine bewegliche, mit Sinneswahrnehmung begabte Pflanze. Planta mobilis — eine Vorstellung und Ausdrucksweise, die er dem Campanella (Phil. Real. Epil. I, 10, 1) entlehnt hat. Animale Wesen sind: Wurm, Fisch, Vogel und Vierfüßler. Wodurch sich diese von der Pflanze unterscheiden ist die *αὐτοκινησία*, id est libera sui huc illuc agitatio. Das principium movens ist die lebende Seele (anima vitalis), die eigentlich im Grunde nichts anderes vorstellt als den lebendigen Geist (vivus spiritus), der den Körpern als Bewegungsprinzip innewohnt und sie dirigiert. Die animalen Wesen setzen sich aus Geist, Blut, Fleisch, Häuten, Adern (venis), Nerven (nervis), Knorpeln (cartilaginibus) und Knochen zusammen, tanquam fulcris seu columnis, ne machina concideret. Doch trifft das nur bei den vollkommenen animalen Wesen zu. Bei den unvollkommenen (in quibus naturae rudimenta solum contemplamur) fehlen die meisten von den genannten Bestandstücken. Z. B. bei den Würmern, Schnecken und Austern. Warum sind aber die vollkommenen animalen Wesen gerade so und aus diesen Teilen zusammengesetzt? Blut und Gehirn bedingen den feineren Geist, Gefäße und Kanäle (Venen, Arterien und Nerven) den Zusammenhang von Blut und Gehirn, Knochen ermöglichen den aufrechten Gang, Fett und Fleisch sind Schutzmittel für all diese genannten Organe, Sehnen und Muskeln besorgen die Bewegung der Glieder, Knorpel (eine Art „halbes Fleisch") schützen als Verbindungssubstanz vor gegenseitigem Zerreiben der Knochen, Fell oder Haut halten die Maschine in ihrer Totalität fest zusammen, ganz so wie auch die Häutchen die einzelnen Glieder umgeben. Der Körper selbst weist für seine Funktionen eine Fülle von Gliedern auf. Von all diesen Organen[2]) interessieren uns hier diejenigen, die Leben schaffen und mit ihm zugleich Wärme, Empfindung und Bewegung: das sind das Gehirn und das Herz. Wo Wärme, Empfindung und Bewegung fehlen ist Tod. Die Wärme wird im Herzen erzeugt und von da weitergegeben, denn es brennt als beständiges Feuer und erzeugt das sogenannte „Flämmchen des Lebensgeistes". Hinc vulgo cor primum

1) Wir wollen dies an anderer Stelle tun.

2) Das Wesen des Animalischen glaubt Comenius in folgende sieben Punkte zusammenfassen zu können: Ernährung, Leben, Fühlen, örtliche Bewegung, Aussprache, Selbstschutz und Zeugung. Diese Fähigkeiten sind auch die Grundlagen seiner Biologie. An anderer Stelle sollen sie genauer besprochen werden, wo wir den Inhalt des 10. Kapitels (De animalibus) eingehend wiedergeben.



vivens et ultimum moriens dicitur. Der Lebensgeist besitzt im Herzen als Stoff das Blut, als Blasebalg die Lunge, als Kanäle, die ihn in den Körper leiten, die Arterien. Der animale Geist, wie überhaupt die größte Menge des Geistes, wird im Gehin aus Blut und Vitalgeist erzeugt und hat hier auch Sitz und Werkstätte. Der Luftzug des Atmens reinigt ihn und die Nerven tragen ihn in den ganzen Körper. Nase, Ohren, Augen (durch Schleim und Tränen) sind die Ausscheidungsorgane für die excrementa cerebri. Worin liegt das Wesen der Empfindung? COMENIUS nennt es passio et actio, auch tactus. Das Organ verbindet sich mit dem Gegenstand, denn was uns nicht in der Nähe oder Ferne berührt empfinden wir nicht. Empfindung = Leidezustand. Der animale Geist wirkt auf ein Ding und nimmt dessen Bild auf, behandelt es und bewahrt es. Lust oder Schmerz sind Wirkungen der Empfindungen. Der Schlaf ist ein Ausruhen und Erholen des animalen Geistes, wobei sich die Geister im Gehirnzentrum sammeln; die Organe werden währenddessen durch die Magendünste verschlossen bzw. abgesperrt (obstructio). Interessant ist, wie COMENIUS die Optik des Auges auffaßt. Es ist ein lebendiger Spiegel, der die Bilder der Gegenstände aufnimmt und zwecks Unterscheiduug dem Gehirne vermittelt. Sehen ist nur möglich, wenn Licht vorhanden ist: dieses springt von den Gegenständen ab, ist von deren äußerem Scheine gefärbt und verbreitet sich im weiten Erguß nach allen Selten. Fällt es in einen Spiegel, so drückt es dort das Abbild derselben Gegenstände ein. Sehen ist also ein Abspringen des Lichtes von dem Gegenstande in das Auge [1]). Der Lichtreflex findet nur in einer geraden Linie statt. Die Lichtfähigkeit des Geistes weist verschiedene Arten auf. Das Sehen kann dreierlei sein: gerade, reflektiert und gebrochen. — Über die Fähigkeit der Bewegung ergeht sich COMENIUS in längerer Betrachtung. Wir erwähnen hiervon nur die Leitgedanken: Principium movens spiritus animalis est. Ein seelenloser Körper, mag er noch so fein organisiert sein, ist darum ohne Bewegung, tot. Der animale Geist bewegt entweder nur sich, eventuell auch den Lebensgeist mit sich, oder er setzt auch die Glieder des Körpers in Bewegung.

Vor allem hat uns hier das XI. Kapitel der Physica zu beschäftigen, das die Überschrift trägt: De homine. Was ist der Mensch und wo kommt er her? Woraus ist er zusammengesetzt und was sind die Bestandteile und wie greifen sie ineinander? Warum sind Leib, Geist und Seele dem Menschen gegeben und welchen Zwecken dienen sie? Was sind Aufmerksamkeit, Einbildungskraft und Gedächtnis (Erinnerung)? Was Affekt, Gemüt, Einsicht, Wille und

1) Auf die verschiedenen Folgerungen und praktischen Beispiele, die COMENIUS hier im 10. Kapitel (§ XLIX, Punkt 1—6) bringt, gehen wir nicht näher ein. Sie würden von unserem Thema zu weit abführen.

Bewußtsein? Wie kommen Vernunftschlüsse zustande? Was ist Gewissen? Warum ist der Mensch eine kleine Welt, ein Mikrokosmos und das All (τὸ πᾶν)? . . . Damit hätten wir die Probleme angedeutet, die hier eine nähere Untersuchung erfahren und zu einer logischen Entwicklung zusammengefaßt werden. Im folgenden soll das genauer gezeigt werden.

Der Mensch ist ein vernünftiges animales Wesen. Er besitzt eine unsterbliche Seele, die ihm aus sich selbst der Schöpfer [1]) eingehaucht hat. Das ist die anima (oder auch mens und ratio genannt), ein Spiegel in dem das Bild Gottes erkennbar ist. Außer dieser Seele sind weiter noch zwei Dinge, die ihn zusammensetzen; Leib (corpus) und Geist (spiritus). Also Leib, Geist und Seele sind nach COMENIUS die Grundbestandteile des Menschen [2]). Im Leib wohnt der Geist, im Geist die Seele. Der Leib ist zugleich das Organon des Geistes, der Geist das der Seele. Wie der Leib ohne Geist tot ist, so ist der Geist ohne Seele keiner Erkenntnis fähig. Demnach: die Seele braucht den Geist als Fahrzeug und Instrument, der Geist den Leib und der Leib die ergriffenen Werkzeuge. Ganz so wie der Leib den Geist beeinflußt, beeinflußt der Geist die Seele. Es existiert hier ein dauernder und tiefgreifender Wechselbezug, der auch seine ethischen Konsequenzen hat. Der Leib hat die Bestimmung, allen Zwecken der vernünftigen Seele in geeigneter Weise zu dienen. Die Tätigkeiten des Geistes sind ausgebildeter und reiner, als die anderer Wesen, wie überhaupt der Mensch nach innen ein reicheres und höheres Leben lebt. Diese Geistestätigkeiten sind Aufmerksamkeit (attentio), Einbildungskraft (imaginatio), Gedächtnis oder Erinnerung (memoria oder recordatio) und Erregung (affectus). In allem diesen übertrifft der Mensch weitaus das Tier. Warum? Die Werkstätte des Geistes, das Gehirn und seine Lagerung sind größer bzw. geräumiger: Primum patet e cerebro, quod homini copiosius, quam ulli animali (proportione ad corpus cujusque habitâ) datum. Totum enim rotundum illud et tantae capacitatis caput cerebro repletum est: quo fine?

---

1) 1. Mos. 2, 7.

2) Die naturphilosophischen und chemischen Voraussetzungen, die zur Erklärung des Stoffproblems bei COMENIUS notwendig sind, können hier nicht abermals wiederholt werden. Vgl. darüber meine Abhandlung: Chemie und Mineralogie bei JOH. AMOS COMENIUS. Chemiker-Zeitung 1908, Nr. 62; oder meine: Beiträge und Skizzen zur Geschichte der Naturwissenschaften, Leipzig u. Hamburg, 1909, (Leop. Voss). — Gleich für die oben genannte Dreiteilung nimmt er neutestamentliche Schriften in Anspruch und zwar vor allem die Weltanschauungen der paulinischen Briefe: Integer vester spiritus et anima et corpus servetur inculpate (I. Thessal. V. 23). Oder I. Kor. XIV, 14. Ebenfalls bei TOMASO CAMPANELLA, dessen Werke, wie schon gesagt wurde, COMENIUS reichlich benützt hat, steht diese Unterscheidung. Vgl. dessen Prodromus Philosophiae instaurandae . . . . (Frankfurt a. M. 1617 bei GODEFRID TAMPACH).

nisi ut spiritus spatiosiorem habeat et officinam et palatium (§ 6). Nun untersucht COMENIUS diese genannten Tätigkeiten des Geistes. Zuerst die Aufmerksamkeit: sie ist die reiflich überlegte Aufnahme der Gegenstände, die von den Sinneswerkzeugen erfaßt werden. Zweitens die Einbildungskraft: die Beweglichkeit der durch einen Sinnesakt aufgenommenen Gegenstände im Inneren und die Umformung derselben zu ähnlichen [1]). Drittens das Gedächtnis (Erinnerung): die Einbildung von etwas Vergangenem, orta a sensu praesentis per similitudinem aliquam (§ 9), denn man erinnert sich eines Dinges nur durch etwas Ähnliches [2]). Viertens die Erregung (Affekt): eine Bewegung des Geistes, die von der Einbildung kommt. Der Geist strebt das Gute an und flieht das Schlechte. Die Affekte sind ganz besonders beim Menschen typische Erscheinungen, und vor allem Lachen und Weinen kommt nur ihnen zu. — Die Seele [3]) stammt direkt aus Gott [4]), aber nicht in der Weise, daß sie aus seiner Wesenheit eingehaucht werde als ob sie ein Teil der Gottheit wäre. Warum nicht? Deus enim in partes divisibilis non est, nec in essentiam cum creaturâ coibilis. Aber man darf dies nicht etwa so auffassen, als ob die Seele aus nichts (ex nihilo), gleichsam ein neues Wesen (novum Ens), geschaffen würde. Das wäre falsch. Es handelt sich vielmehr um eine neue Vervollkommnung (perfectio), die dem animalen Geiste im Menschen eingefügt werde, ut uno gradu animâ brutorum fiat superior. Es handelt sich um bilden (formare), nicht um schaffen (creare). Der Leib ist aus einem bereits vorher seienden Stoffe gebildet, die Seele aus einem bereits vorher seienden Weltgeist (spiritus mundi). Ganz in derselben Weise, wie Erde, Wasser, Luft, Äther doch derselbe Weltstoff sind — allerdings unterschieden im Grade der Dichtigkeit (densitas) — so sind auch der natürliche, der vitale, der animale und dieser Geist der Seele ein und derselbe Weltgeist, der sich nur nach Graden der Reinheit und Vollendung abstuft. Im Grunde ist aber alles dasselbe. Materie und Geist sind also präexistent. Aus der Materie (Weltstoff) entstehen durch die drei Grundprinzipien die vier Elemente, aus dem Weltgeist die vier Erscheinungsformen des Geistes

1) Interessant ist, wie von hier aus COMENIUS Lernen, Sicherinnern, Einbilden und Denken beurteilt: Spiritus animalis, cum antrorsum speculatur et nova rerum simulacra a sensibus haurit, discere dicitur; cum retrorsum, resumens e memoria imagines, dicitur recordari; cum intra se agitatur, dicitur fingere aliquid. Nota etiam, ex sensationis evidentia nasci cognitionis gradus (§ 8).

2) Ja auch Kenntnisse, meint er, entstehen nicht durch wesenhafte Eindrücke (reales impressiones), sondern durch bloße Motio des spiritus und die imaginatio, also durch die Einbildung des Ähnlichen aus dem Ähnlichen.

3) anima, mens oder ratio.

4) Hinweise auf 1. Mos. 2, 7; Ekkles. 12, 7; II. Korinth. 5, 10; Zach. 12, 1; Ekkles. 3, 21.



(spiritus naturalis, spiritus vitalis, spiritus animalis und spiritus mentalis)[1]. Die menschliche Seele hat drei Fähigkeiten: Einsicht (intellectus), Wille (voluntas) und Bewußtsein (conscientia). Sie entspringen den bereits genannten drei Tätigkeiten des Geistes — und die Seele bedient sich doch des Geistes als Werkzeug —: Aufmerksamkeit, Urteilskraft und Gedächtnis. Warum? Aus scharfer Aufmerksamkeit folgt Einsicht[2]), aus Einbildung oder Beurteilung das Wollen bzw. Nichtwollen[3]), aus Erinnerung das Bewußtsein. Die Frage nach dem Gewissen beantwortet COMENIUS dahin, daß es eine einsichtsvolle Erinnerung sei und zwar an das, was Vernunft, Wille und Gott als zu tun und zu meiden vorschreiben. Demnach ist die Tätigkeit der Seele eine dreifache, monere, testari, judicare. — Letzlich kommt aber COMENIUS zu dem Schlusse, daß wir aus all dem Gesagten erkennen müssen, daß der Mensch ein Mikrokosmos, eine kleine Welt darstellt, da wir ja nicht nur die Lebensäußerungen des menschlichen Körpers mit den Kräften und astronomischen Erscheinungen des Weltalls[4]) ver-

1) COMENIUS nimmt an, daß der sichtbaren Welt drei sichtbare Prinzipien (Stoff, Geist und Licht) zugrunde liegen. Aus ihrer Durchmischung entstanden die drei „substanzbildenden Qualitäten“: Mercurius, Sulfur und Sal. Von den drei Prinzipien und diesen substanzbildenden Qualitäten leiten sich die vier Elemente und dann die Arten der Dinge ab. Vgl. meine Abhandlung: Chemie und Mineralogie bei JOH. AMOS COMENIUS. Chemiker-Zeitung 1908. Nr. 62, wo das näher ausgeführt ist. Auf die theologischen Reflexionen bei COMENIUS gehen wir hier nicht ein.

2) Intellectus est facultas animae rationalis e notis colligens ignota, et ex incertis ad invicem collatis eliciens certa ratiocinando (§ 13). — Die Gründe und Ursachen durch Nachdenken ermitteln, warum etwas ist oder nicht ist, nennt COMENIUS den Vernunftschluß (§ 14).

3) Voluntas est animae rationalis facultas, eam ad bonum praecognitum inclinans, a malo praeviso avertens (§ 18). Die Richtung des Willens erzeugt Tugend oder Laster.

4) Dieses Problem behandelt eigentlich das III. Kapitel der Physica (De rerum motu) wo er das exemplum eorundem motuum in *μικροκόσμῳ* genau bespricht. Beide Vergleiche sind bekanntlich uralt. COMENIUS knüpft an die Darstellung an, wie sie uns in PLATONS Timaios und Phaidros begegnet. Das betreffende Beispiel (das auf den geozentrischen Voraussetzungeu beruht) geben wir hier in der vorzüglichen Verdeutschung der Ausgabe JOS. REBERS: „Im Menschen (wie in jedem animalen Wesen) wird die in den Magen gelassene Speise durch Erwärmung warm: hier hat man die Bewegung der Ausdehnung. Dann zieht durch die Bewegung der Sympathie jedes Glied das ihm Nützliche an sich; durch die Bewegung der Antipathie aber wird das Überflüssige gleichsam als ihm unnütz und schädlich nach außen getrieben. Hierauf verteilt sich das Blut gleichmäßig nach oben und unten im ganzen Körper durch die Bewegung der Schwingung. Den Gliedern aber assimiliert verdichtet es sich, so daß es Fleisch, Haut, Knochen usw. durch die Bewegung der Zusammenziehung bildet. Endlich zeigt die beim Atmen ein- und ausgeatmete Luft die Bewegung des Zusammenhanges und der Wechselberührung. (Wenn nämlich die Lunge sich ausdehnt, dringt die Luft ein, damit es kein Leeres



gleichen können, sondern auch mit räumlichen Anordnungen des Kosmos. Der Mensch ist aus denselben Bestandteilen zusammengesetzt wie die große Welt, der Makrokosmos: Stoff, Geist und Licht. Auch durch die Lage der Glieder zeigt der Mensch Analogien zum Universum: dem elementaren, himmlischen und überhimmlischen Teil entsprechen die drei Höhlungen im Menschen: infimum, qui nutritioni deditur; medium (pectus), in quo vitae officina, et caloris fons est; supremum (caput), in quo spiritus animales, in illisque ratio, Dei imago, habitat (§ 21, 2). Aber auch noch andere Analogien gibt es: Fleisch = Erde, Knochen = Gestein, Blut und andere Säfte = Wasser, Dünste im Leib = Luft, der vitale Geist = Himmel und Gestirne, Haare = Pflanzen, die sieben Lebensglieder = die sieben Planeten, Herz als Stellvertreter der Sonne, Gehirn = Mond, Milz = Saturn, Leber = Jupiter, Gallenblase = Mars, Nieren = Venus, Lunge = Merkur usw. Dazu kommt die Tatsache, daß gewisse Geschöpfe auf gewisse Organe Wirkungen äußern. Z. B. ganz bestimmte Pflanzen heilen die Lunge, andere die Leber u. a., quod microcosmi ad macrocosmum analogiam certam, quamvis nobis parum notam, ostendit (§ 21, 3). Der Mensch ist „das All" (τὸ πᾶν), weil er seinen Leib aus den Elementen, seinen Geist aus dem Himmel und die Seele aus Gott hat. Er stellt in sich allein die sichtbare und unsichtbare Welt vor. Der Mensch ist alles, weil er alles werden kann: sowohl das Höchste als auch das Niedrigste. Wendet er sich dem Irdischen zu, wird er zum Tier und geht den Weg zum Nichts, wendet er sich zum Himmlischen, arbeitet er an seiner Vergöttlichung und läßt alle Geschöpfe weit hinter sich[1]).

gibt; wenn aber die Lunge sich zusammenzieht, weicht die Luft). Die Bewegung der Freiheit wird erscheinen, wenn man seine Haut zusammendrückt oder zusammenzieht; sobald man nämlich die Hand wegzieht wird jene in ihre Lage zurückkehren. Endlich die Bewegung der Angliederung wird stattfinden, wenn man irgendwoher herabfällt, denn man wird zur Erde gezogen, gleichsam als ob man selbst auch Last und Erde ist". (S. 101—103). Wenn man diese Vergleiche verstehen will, muß man bedenken, daß COMENIUS ein Gegner des kopernikanischen Weltbildes ist und vom Standort TYCHO BRAHES und CAMPANELLAS urteilt.

1) Interessant ist ein Vergleich mit JOH. BAPT. VAN HELMONT. Auch er betont den bedeutenden Wert der Psychologie, da die Kenntnis des eigenen seelischen Geschehens Vorbedingung für jede Forschung in Natur und Welt ist. VAN HELMONT stellt alles bzw. will und versucht alles unter die Autonomie des göttlichen Wortes zu stellen. Er vertritt ähnlich wie COMENIUS eine offenbarungsgläubige Lehre. Von Ewigkeit herrschte ein persönliches selbstständiges Prinzip, das eine Ausnahmestellung einnimmt. Aller sog. Atheismus ist abzulehnen. VAN HELMONT war darum auch kein konsequenter Pantheist, trotz der vielen Annäherungen an eine Alleinheitslehre. Wesentlich ist die schärfere Scheidung zwischen „anima sensitiva" und „mens", nach ihrer Bedingtheit, Tätigkeit und Äußerung untersucht und der Natur und dem Leben gegenübergestellt. Die Archei insiti, d. h. die in den verschie-



densten Teilen des Organismus verteilten vitalen Zentren, sind dem Grundarcheus, dem Archeus influus, dem inneren Bildner, Werkmeister, dem einfachen Lebensgeiste unterworfen. Dieser letztere untersteht der anima sensitiva (der empfindenden Seele) und dieser endlich der mens (dem Geiste). Diese beiden sind grundverschieden. Der Geist (mens) ist unsterbliche, schlechthin selbständige, unkörperliche Substanz, esse per se bzw. in se, seine Funktionen: intellectus, voluntas und amor. Der Geist ist identisch mit der ersten bewegenden Kraft. Die empfindende Seele (anima sensitiva) ist nur Schale des Geistes, hat ihre Existenzbedingung im Körper, ist daher vergänglich. Sie repräsentiert das physische Leben. Ihre Äußerungen sind Funktionen, Ergebnisse des materiell bedingten und auch vom Archeus sich herleitenden Lebens. „Vita et anima sunt velut synonyma", beide ordnen sich in die großen Zweckzusammenhänge der Naturgesetze, beide sind unselbständig und vergänglich. Von der anima sensitiva hängen nicht nur Fühlen, Wollen, Empfinden, Wahrnehmen etc. ab, sondern auch die Wirkungsphäre der ratio (Verstand), die Gesetze, Formen und Methoden des Denkens, die vom Verstand erzeugten Erkenntnismomente und -werte, auch Begriff, Urteil, Schluß und sogar die Phantasie. Daher müssen auch sie sich den irdischen Einflüssen und Hinfälligkeiten, selbst dem Tode unterwerfen. Das Gedächtnis hat seinen Sitz im Gehirn, dem Gedankensprecher der anima sensitiva, welchen selbst im Duumvirat Milz und Magen thront. Vgl. meine Monographie: JOH. BAPT. VAN HELMONT (1577—1644), Ein Beitrag zur Geschichte der Naturwissenschaften. Leipzig und Wien 1907. Verlag FRANZ DEUTICKE. Dann auch die von mir angeregte Erlanger Inauguraldissertation von FRIEDRICH GIESECKE: Die Mystik JOH. BAPT. VAN HELMONTS. Leitmeritz in Böhmen 1908. Verlag KARL PICKERT.

Kleinere Mitteilungen.

Ueber die Konservierung und Reinigung der Antiquitäten. Eisengegenstände.

Von O. A. RHOUSOPOULOS.

In meinen bisherigen bezüglichen Veröffentlichungen [1]) wurde erwähnt, daß ich „für die Reinigung eiserner Gegenstände nichts Zufriedenstellendes erreicht hätte.“ Daraufhin machte mich JOHN SEBELIEN [2]) auf die befriedigenden Resultate der diesbezüglichen ausgezeichneten Versuche von AXEL KREFTING [3]) aufmerksam. Die letzteren waren mir nicht unbekannt, sondern hatte ich sogar darüber eine kleine Meinungsverschiedenheit mit RATHGEN [4]), welcher, die Prioritätsfrage der Reduktionsmethode überhaupt anlangend, für KREFTING plädierte.

Ich hatte über meine Reduktionsmethode (für Kupfer und Bronze) schon 1890 im hiesigen deutschen archäologischen Institut Mitteilung gemacht, und erwähnte dies in meiner zweiten ausführlichen Veröffentlichung im *'Αρχαιολογικόν Δελτίον* (März 1892), während die KREFTINGschen Angaben wohl auf Ende 1892 (resp. 1893) und 1895 zurückgehen.

Was die Eisensachen anbelangt, hatte ich bisher nicht viel Gelegenheit, damit zu experimentieren, weil mir nur wenige und sehr stark angegriffene Gegenstände in die Hände kamen. In letzterer Zeit aber wurden mir mehrere Sachen zur Reinigung überwiesen. Ich versuchte im

1) *'Αρχαιολογικόν Δελτίον*, 1888; S. 227—233; 1889, S. 102—103; 1892, S. 32-35. — Chemische Zeitschrift, Band I (1903), S. 202—205 (Nr. 7), S. 364 (Nr. 12), S. 762 (Nr. 24). — Chemiker-Zeitung 1905, S. 29 (Nr. 92). — Comptes rendus du Congrès International d'Archéologie première Session, Athènes 1905, S. 250—255. — Diergart, Beiträge aus der Geschichte der Chemie S. 172 ff.

2) Chem. Zeit. 1906, S. 30 (Nr. 7).

3) Om nogle metallers oxydation ved nöltrale saltes medvirken. Kristiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger for 1892 Nr. 13. — Ref. Ch. Zt. 1893 17, 174. Hjaelmar Appelgren: „Kreftings metod för rengöring och konservering af metalls aker“ in der finnischen Zeitschrift „Finskt Museum“, Helsingfors 1896.

4) Chem. Zeitschr. 1903 27 Nr. 56 und Chemische Zeitschrift 1903 (laut Privatmitteilung).



kleinen alle bekannten Verfahren und erhielt die zufriedenstellendsten Resultate wie folgt:

A.

Die verrosteten Eisensachen werden mit Zinkstaub bestäubt und mit Zinkblech umwickelt (ohne daß durch Feilen metallisches Eisen bloßgelegt werde), in heiße mindestens 10 prozentige Natronlauge gelegt, welche durch schwaches Feuer warmgehalten wird. Eine starke Wasserstoffentwicklung findet statt und die Gegenstände werden sehr schnell und gründlich gereinigt. Wenn man einige Stücke metallisches Eisen (z. B. Nägel) mit hineinlegt, wird die Wasserstoffentwicklung beschleunigt; dieser Zusatz ist aber nicht unumgänglich, da wie es scheint, das ganz zu Anfang durch Reduktion der Oxyde entstehende metallische Eisen seine Rolle übernimmt, weil heiße Natronlauge und Zink an und für sich Wasserstoff entwickeln, wohl analog der bei dem Aluminium auch im Kalten bekannten Gleichung:

$$3\,NaOH + Al = Al\,(ONa)_3 + H_3 \rightarrow.$$

Mit kalter Natronlauge geht der Prozeß sehr langsam von statten und ist die Reinigung langwieriger und nicht immer so gründlich.

B.

Die mit Zinkblech umwickelten und mit Zinkstaub bestäubten verrosteten Eisensachen werden in etwa 5 prozentige Cyankaliumlösung gelegt; es erfolgt Wasserstoffentwicklung und die Gegenstände werden glatter, als in kalter Natronlauge gereinigt. Weil aber zugleich Cyanwasserstoff entsteht, ist die Methode gefährlich und für Nicht-Chemiker ungeeignet.

C.

Auch mit Aluminiumgries resp. Staub und Natronlauge wurde die Reduktion bewirkt, doch gibt Verfahren A zufriedenstellendere Resultate und ist Zink hier leichter erhältlich und billiger als Aluminium.

Bei allen drei Verfahren werden die Gegenstände nach vollendeter Reduktion, mit destilliertem Wasser wiederholt ausgekocht und ausgelaugt, mit eiserner Drahtbürste gebürstet, endlich mit reinem Alkohol extrahiert, dann erhitzt und mit Zapon resp. Wachs überzogen.

* * *

Bei dieser Gelegenheit würde es nicht ohne Interesse sein, der These näher zu treten, welche Rathgen (l. c.) wiederholt wie folgt aufstellte:

„Es ist gar nicht der Wasserstoff, welcher durch Einwirkung der Salzsäure auf Zink entsteht, der die Reduktion bewirkt, sondern der Wasser-

stoff, welcher aus dem Kupfer oder der Bronze entsteht, wenn diese mit Zink in einer leitenden Flüssigkeit in Berührung treten."

„Bei dem Reduktionsverfahren nach KREFTING ist aber eigentlich nicht, wie E. KRAUSE (Zeitschrift Ethnol. 1902. 34, 440) annimmt, der Wasserstoff, welcher am Aluminium oder Zink in der Natronlauge oder in der Chlornatrium-Essigsäurelösung entsteht, das wirksame, sondern der durch Elektrolyse am Silber oder Kupfer entstehende".

Ohne in dieser Frage das entscheidende Wort aussprechen zu wollen, will ich bloß auf folgende Momente aufmerksam machen, welche mit RATHGENS Erklärung nicht ganz in Einklang zu bringen sind:

a) Ich reduziere die verrosteten Eisensachen mit warmer Natronlauge, auch ohne den metallischen Eisenkern durch Feilen frei zu machen, was übrigens bei kostbaren Sachen kaum erlaubt sein könnte.

b) Bei den Kupfer- und Bronzesachen, (mit Zink und Salzsäure) kann die Berührung von Zink und Kupfer nie so eng sein, wie es eigentlich nach R.s Ansicht vorausgesetzt werden muß, da ja meistens dicke Oxyd- und Chloridschichten die direkte Berührung der Metalle verhindern. Auch legt man oft die Kupfergegenstände auf Holzplatten im Bade, und darunter werden die Zinkstücke gelegt, ohne die Antiquitäten zu berühren, abgesehen davon, daß auch hier sehr oft vor der Reinigung von einer metallischen (auch nur teilweise unoxidierten) Fläche keine Rede sein kann.

c) Wenn RATHGENS Auffassung die richtige ist, wäre es nicht nötig so viel Säure zu gebrauchen, um fortwährend eine tüchtige Wasserstoffentwicklung aus letzterer und dem Zink zu haben, es würde genügen, das Wasser anzusäuern, um es bloß leitungsfähig zu machen.

Athen, Chemisches Laboratorium der Industrie- und Handelsakademie 1./14. Februar 1909.

O. A. RHOUSOPOULOS.

Zur Mineralogie bei den Muslimen.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Eine einigermaßen vollständige historische Darstellung der Kenntnisse der Muslime von den Mineralien und ihren Eigenschaften läßt sich erst dann geben, wenn einmal das pseudoaristotelische Werk über diesen Gegenstand herausgegeben ist. Hoffen wir, daß der hervorragende Kenner dieser Fragen, Herr Prof. RUSKA, sich bald dazu entschließt. Bisher



stehen uns für Studien auf diesem Gebiet vor allem zur Verfügung die Arbeiten von Cl. MULLET (J. asiatique (6) Bd. 11 S. 1. 8. 68), das Werk von AL TÎFÂSCHÎ besonders in der Ausgabe von ANTONIO RAINERI BISCIA, die auch eine italienische Übersetzung enthält, die neuerdings neu herausgegeben worden ist (Bologna 1906), ferner der betreffende Abschnitt aus AL QAZWÎNÎS Kosmographie, den J. RUSKA unter dem Titel „das Steinbuch des AL QAZWINI" (Heidelberg 1895/96) übersetzt hat. Eine Mineralogie von AL AKFÂNÎ (vgl. zu diesem Gelehrten E. WIEDMANN BeiträgeV S. 393 und XIV S. 29) hat neuerdings L. CHEIKHO arabisch publiziert (AL MASCHRIQ Bd. 11, S. 751).

Eine Reihe von Einzelnotizen haben verschiedene Gelehrte u. a. auch ich selbst veröffentlicht.

Einige kleine Beiträge mögen die folgenden Zeilen liefern und zwar nach einer Handschrift in Gotha (Katalog von PERTSCH, Bd. 4, S. 134—135, Nr. 2117).

Sie enthält zunächst einen längeren Traktat, der vielleicht von dem Alchemisten ALÎ IBN AIDAMUR IBN ʿALÎ AL GILDAKÎ († 1342) herrührt. Da die späteren Gelehrten sich stets auf die früheren stützten, so haben die Notizen auch allgemeines Interesse.

Wenn wir von den von AL BÊRÛNÎ überlieferten Angaben über die Werte verschiedener Edelsteine absehen, so dürfte wohl die Mineralogie des Philosophen KINDI († ca. 870) mit die ältesten Angaben der Muslime auf unserem Gebiete enthalten.

Bruchstücke von AL KINDIS Werk finden sich an verschiedenen Stellen. Seine Angaben über den Wert verschiedener Diamanten bei AL TIFASCHI habe ich Beiträge II, S. 348 mitgeteilt. AKFANI erwähnt ihn bei der Perle (a. a. O. S. 758). Nach ihm sagt AL KINDI, daß der Ort der Perle von diesem Tier (der Muschel) innerhalb der Muschel ist; daß die besten die sind, die sich zwischen Mund und Ohr finden.

Vom Türkis (AL FIRÛZAG) sagt AL KINDÎ nach AL AKFÂNÎ (a. a. O. S. 762). Die Leute wollen von ihm nichts wissen, weil er sich bei heiterem und bewölktem Wetter [in der Farbe] verändert, ferner, weil ihn Wohlgerüche (Moschus) usw. gelb färben und das Bad sein Wasser (im mineralogischen Sinne) zerstört, ferner weil er durch das Öl getötet wird. Wie er durch das Öl stirbt, so wird er wieder belebt durch das Fett und zwar infolge der [Behandlung mit einem] Fettschwanz; man behandelt ihn dadurch, daß man ihn in die Hände der Metzger gibt[1]).

1) Ganz ähnliches gibt TÎFASCHÎ für die Wirkung des Öles an; der Unterschied in der Wirkung des Öles und des Fettes liegt wohl darin, daß ersteres in die Poren eindringt, letzteres nur die Oberfläche glänzend macht. Auch in dem pseudaristotelschen Werk über die Steine fol. 16a, von dem Herrn Prof. RUSKA mir in



Zahlreiche weitere Stellen aus AL KINEÎ müssen nach einer gütigen Mitteilung von DERENBOURG in dem Gawâhir des AL BERUNI (Beiträge VIII, S. 104) stehen. In der oben erwähnten Handschrift ist die Einleitung zu AL KINDÎS Werke über die Edelsteine mitgeteilt; sie enthält deren Einteilung, die sich ganz überwiegend auf die Durchsichtigkeit gründet. Es hängt das wohl damit zusammen, daß nur Schmuksteine berücksichtigt sind. Wir teilen diese Einteilung im Auszug mit, ohne aber alle die aufgeführten Edelsteine aufzuzählen, die zu den einzelnen Abteilungen gezählt werden; der Text enthält die Namen vielfach verderbt.

Nach AL KINDÎ werden die Edelsteine (Gauhar) in zwei Teile geteilt, nämlich die von den Tieren und die von der Erde herkommenden. Der zweite Teil zerfällt wieder in zwei Teile, die durchsichtigen und die undurchsichtigen, die selbst wieder in die ganz und die teilweise durchsichtigen zerfallen.

Die nicht durchsichtigen können entweder von einer Pflanze herrühren oder nicht.

Von den Tieren stammt die Perle, die als große Durr, als kleine Lulu heißt (vgl. eine zu publizierende Liste der Preise von Perlen). Sie werden aus den folgenden Muscheln gewonnen: Ṣadaf, Maḥâr und Balîl (?).

Die durchsichtigen von der Erde stammenden Edelsteine zerfallen in die kostbaren und in die nicht kostbaren (Edelsteine und Halbedelsteine könnte man sagen). Die Edelsteine bilden zwei Arten, die schneidenden, nämlich der Diamant und die geschnittenen, nämlich der Jâqût (Hyazinth, Zirkon) und der Smaragd (vgl. auch AL AKFÂNÎ a. a. O.).

Der Jâqût zerfällt in vier Unterarten, die rote, die gelbe, die himmelblaue und die weiße, und jede dieser wieder in verschiedene Farbentöne, die verschieden satt sind, verschieden viel Wasser, verschiedenes Feuer (Strahlenaussendung) zeigen. (Zu beachten ist das große Unterscheidungsvermögen für Farbennüancen, das hiernach die Orientalen gehabt haben).

Die Halbedelsteine zerfallen in zwei Teile, solche die den Ganzedelsteinen ähnlich sind, und zwar entweder dem Hyazinth oder dem Smaragd, und solche, die ihnen nicht ähnlich sind.

Die letzteren zerfallen in durchsichtige, wie z. B. der Karneol, der Bernstein, er ist ein Harz wie der Sandarach, in die aus durchsichtigen und undurchsichtigen Teilen zusammengesetzten wie der Onyx, der sechs Unterarten zeigt. Die undurchsichtigen zerfallen in 9 Arten.

Zu den Pflanzen gehört die Koralle [1])

---

liberalster Weise seine Photographie der Pariser Handschrift zugänglich machte, ist auf die Änderung der Farbe mit der Klarheit und Trübe der Luft hingewiesen; „es ist ein Stein, dessen Farbe bei Klarheit der Luft klar ist und bei Trübheit der Luft trübe ist“.

Auch die Wirkung des geschmolzenen Fettes (zu lesen Duhn statt Ḏahab) erwähnt Aristoteles; „kommt mit ihm das geschmolzene Fett in Berührung, so geht seine Schönheit fort“.

1) GILDAKÎ zitiert ARISTOTELES, nachdem er angeführt, daß die Byzantiner diesen Stein Gazwâl, (vielleicht *Κοραλλις*) nennen, die Syrer Busel und die Araber Murgân. Nach ARISTOTELES sei es ein Baum an dem Strande Afrikas. Die Ge-



Hieran schließt dann AL KINDI die Bemerkung, daß er nun ausführlich das hierher Gehörige behandeln will, die Stellen und Lagerstätten behandeln, ihre Werte und ihren Preis erörtern, ihre Heilkraft usw. In der Einleitung seien die Arten aufgezählt. —

Noch sei eine Stelle aus AL GILDAKI über das Glas mitgeteilt:

Das Glas ist unter den Steinen, was der Törichte unter den Menschen, weil sie sich in jeder Richtung färben und formen lassen. Bringt man Glas ins Feuer und dann an die Luft, ehe man es hat anrauchen (rußen) lassen, so bricht es [1]).

Das letztere zeigt, daß die alten Glasbläser schon unseren Kunstgriff kannten.

Aus einer Stelle über die persische Wüste bei MUGADDAŜI (S. 490), auf die mich Herr Prof. JACOB aufmerksam macht, geht hervor, daß das Glas stillschweigend als grün vorausgesetzt wurde: „Es finden sich kleine Kieselsteine (Ḥasan), die einen sind weiß von der Farbe des Kampfers, die anderen grün von der Farbe des Glases" (vgl. auch G. JACOB das Weinhaus nach Hâfîz, Nöldeke Festschrift).

Dem Bernstein hat GILDAKÎ einen relativ langen Artikel gewidmet, in dem er besonders dessen Wirkung als Heilmittel und als Talisman be-behandelt. Die ihm für letzteren Zweck einzugrabenden Zeichen sind besonders angegeben. Er wird als ein Stein bezeichnet von der Farbe des Sandarûs. Als sein Name bei den Byzantinern wird ein Wort angegeben, das wohl eine schlechte Umschreibung von Elektron ist. Es heißt ferner „sie (die Byzantiner) geben ihm den Beinamen „die Lampe", man bringt ihn aus ihren Ländern". In einer von IBN AL GAZZÂR (10—11 Jahrhundert) herrührenden Stelle, die G. JACOB in seiner trefflichen Studie über den Bernstein mitgeteilt hat (Z. D. M. 5. Bd. 43, S. 366 1889) finden sich ganz ganz ähnliche Ausführungen wie bei AL GILDAKÎ, auch ein ähnliches Wort für den Bernstein.

Ueber die Hebelgesetze bei den Muslimen.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Eines der ältesten Werke der Muslime über die Probleme des Hebels ist die Schrift von ṮÂBIT IBN QURRA (826—901) über den Qarasṭûn oder die Schnellwage. Eine Reihe von Angaben über dieses Werk habe ich

lehrten sagten, daß es ein Baum sei, der in der Tiefe des Meeres wachse, er treibe Zweige wie die Bäume, nur habe er keine Blätter und Früchte. Er (GILDAKÎ) habe einen Zweig von drei Pfund und mehr gesehen. Bei Alexandria gebe es zwei Arten, die beste sei die rote, glänzende ohne Schwärze.

1) Auch Aristoteles erwähnt (fol. 27 b) diese Eigenschaft des Glases, freilich ohne das Ausrußen zu erwähnen. Er fügt bei: „Es wird nur gradweise erhitzt".



Herrn IBEL [1]) fürr seine Dissertation mitgeteilt. Dank der Güte von Herrn Professor CHEIKHO in Beyrut habe ich neuerdings Photographien einer weiteren Handschrift einsehen können. Sie unterscheidet sich insofern von den anderen, als sie mit dem allgemeinen Satz beginnt: „Durchlaufen zwei Körper in derselben Zeit zwei Strecken, so ist das Verhältnis der einen Strecke zur anderen gleich dem Verhältnis der Kraft (Quwwa) des sich auf der Bezugsstrecke (mansûba) bewegenden Körpers zu der Kraft des anderen sich bewegenden Körpers". Dem Text sind ein paar Sätze beigefügt mit den Worten: „Zusatz zu der Schrift über den Qarasṭûn". Diese wie ein kleiner Pariser Traktat, der mit den Worten beginnt, „Zuerkannt wird dem ṮÂBIT IBN Qurra der Qarasṭûn" lehren, wie intensiv man sich mit unserem Problem befaßt hat. Die Sätze behandeln das Gleichgewicht eines Balkens der sich um einer Axe (Miḥwar) dreht, die sich nicht in dessen Mitte befindet. Dabei wird auf die von ṮÂBIT aufgestellten Sätze bezug genommen. Der Balken hat nach dem Verfasser überall gleiche Dicke und besteht durchweg aus gleichem Material. Die Längen des längeren und kürzeren Teiles seien L_1 und L_2, ihre Gewichte Π_1 und Π_2, dann ist offenbar $\Pi_1 : \Pi_2 = L_1 : L_2$.

Wir geben hier die Sätze selbst, nicht aber die zum Teil recht umständlichen Beweise. Die Sätze sind außerdem meist mehrfach in etwas anderer Wendung wiederholt, offenbar in dem Bestreben, sie möglichst klar zu machen.

Die Sätze lauten in etwas abgekürzter Form:

1. „Teilen wir den Balken in zwei verschiedene Teile und hängen wir an dem kürzeren Ende ein Gewicht (P_2) auf, das sich zu dem Gewicht Π_1 verhält wie die halbe Länge ($^1/_2 L_1$) des längeren Teiles zu der Länge (L_2) des kürzeren Teiles und hängen wir ferner auf der halben Länge ($^1/_2 L_1$) des längeren Teiles ein Gewicht (P_1) auf, das sich zum Gewichte Π_2 des kürzeren Teiles verhält wie die halbe Länge ($^1/_2 L_2$) des kürzeren Teiles zu der halben Länge ($^1/_2 L_1$) des längeren Teiles, so ist der Balken horizontal im Gleichgewicht".

Nach diesem Satze gelten die Gleichungen:

$$P_2 : \Pi_1 = {}^1/_2 L_1 : L_2$$

und

$$P_1 : \Pi_2 = {}^1/_2 L_2 : {}^1/_2 L_1.$$

Da die Drehungsmomente des längeren und des kürzeren Teiles, wie auch TÂBIT vorher nachgewiesen hat, $\Pi_1 \cdot {}^1/_2 L_1$ und $\Pi_2 \cdot {}^1/_2 L_2$ sind, so hat man als Gleichgewichtsbedingung:

$$P_2 L_2 + \Pi_2 \cdot {}^1/_2 L_2 = P_1 \cdot {}^1/_2 L_1 + \Pi_1 \cdot {}^1/_2 L_1 \cdot$$

ein Resultat, das aus den obigen Gleichungen ohne weiteres folgt.

1) Th. IBEL Die Wage im Altertume und Mittelalter. Inauguraldissertation, Erlangen 1908.



2. „Man hängt an den Balken am kürzeren Ende ein Gewicht P_2 auf, für das ist $P_2 : \Pi_1 = {}^1/_2\, L_1 : L_2$.

Von P_2 ziehen wir ein Gewicht p ab, das sich zu dem Gewichte P_1, das in der Mitte von L_1 aufgehängt, dem kürzeren Balken das Gleichgewicht hält, verhält wie ${}^1/_2\, L_1 : L_2$, dann ist der Balken horizontal".

Wir haben $p : P_1 = {}^1/_2\, L_1 : L_2$; er ist aber $P_1 = \Pi_2 \cdot \frac{L_2}{L_1}$ und es ergibt sich $p = {}^1/_2\, \Pi_2$.

Die Gleichgewichtsbedingung ist:

$$(P_2 - p)\, L_2 + \Pi_2 \cdot {}^1/_2\, L_2 = \Pi_1 \cdot {}^1/_2\, L_1.$$

eine Bedingung, die in der Tat beim Einsetzen der obigen Werte erfüllt ist.

3. „Gleichgewicht ist vorhanden, wenn wir an dem Ende des kürzeren Armes ein Gewicht P_2 aufhängen, das sich zu dem Überschuß $(\Pi_1 - \Pi_2)$ des Gewichts des längeren Teiles über das Gewicht des kürzeren verhält, wie die halbe Gesamtlänge ${}^1/_2\,(L_1 + L_2)$ des Balkens zu der Länge L_2 des kürzeren Teiles".

Es ist: $P_2 : (\Pi_1 - \Pi_2) = {}^1/_2\,(L_1 + L_2) : L_2$.

Die Gleichgewichtsbedingung ist:

$$P_2 \cdot L_2 + \Pi_2 \cdot {}^1/_2\, L_2 = \Pi_1 \cdot {}^1/_2\, L_1.$$

Dies ist erfüllt, da $\Pi_1 : \Pi_2 = L_1 : L_1$.

Hieraus folgt:

Ziehen wir bei einem Balken den kürzeren Teil (Π_2) von dem längeren Π_1 ab, multiplizieren wir die halbe Gesamtlänge ${}^1/_2\,(L_1 + L_2)$ des Balkens in $(\Pi_1 - \Pi_2)$ und dividieren das Resultat durch den kürzeren Teil (L_2), so hält das sich ergebende Gewicht am kürzeren Ende den Balken im Gleichgewicht".

Dies Gewicht ist:

$$P_2 = \frac{{}^1/_2\,(L_1 + L_2)}{L_2} \cdot (\Pi_1 - \Pi_2).$$

Es ist dies die vorhergehende, nur etwas anders geschriebene Gleichung.

Über das Theïn im Tee und seine Sublimierbarkeit

von RICHARD KEMPF.
(Chemisches Institut der Universität Berlin).

In den letzten Jahren sind eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen, die sich mit der Sublimationsfähigkeit des Theïns beschäftigen. F. KRAFFT und H. WEILANDT [1]) sublimierten diese Substanz im Vakuum des Kathoden-

1) Sublimationstemperaturen im Vakuum des Kathodenlichts, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 29, S. 2240 (1896).



lichtes (= ca. 0,001 mm Quecksilbersäule oder ein Millionstel Atmosphäre) bei 116°. Vor einigen Jahren fand dann A. NESTLER[1]), daß sich Theïn direkt aus den getrockneten und fein zerriebenen Teeblättern, die im Durchschnitt bekanntlich 2—3,5 % des Xanthinkörpers enthalten, in langen Nadeln heraussublimieren läßt. Er gründete auf diese Beobachtung ein Verfahren zur Unterscheidung von gebrauchtem (extrahiertem) und ungebrauchtem Tee und überhaupt einen qualitativen Nachweis von Theïn in Nahrungs- und Genußmitteln (Kakao, Kaffee, Kola usw.) P. KLEY[2]) bestätigte die praktische Brauchbarkeit des Verfahrens und ebenso L. FRANK[3]), der auf die Empfindlichkeit und Exaktheit der Sublimationsmethode hinwies. R. KEMPF[4]) endlich führte die Sublimation von getrockneten Teeblättern bei niedrigen Temperaturen im Vakuum von ca. 1 mm und von 17 mm aus.

Es dürfte nun von Interesse sein zu erfahren, daß bereits vor mehr als 200 Jahren das Theïn in den Teeblättern nach seinen wichtigsten Eigenschaften — auch solcher physiologischer Natur — erkannt und im besonderen die Sublimierbarkeit des wirksamen Prinzips im Tee beschrieben worden ist. Dies geschah von dem Amsterdamer Arzte BLANCANDUS in einem interessanten Werke, das 222 Seiten im Oktavformat umfaßt. Der vollständige Titel des Buches[5]) lautet:

„Stephani Blancardi, Phil. & Med. Doct. und Practici Ordinarii zu Amsterdam / Haustus Polychresti, oder: zuverlässige Gedanken / vom Theé, Coffeé, Chocolate, und Taback, mit welchen der grosse Nutze / dieser ausländischen Wahren / so wol in gesunden / als kranken Tagen / gründlich / und umständlich gelehret wird. Hamburg / zu finden bey Samuel Heyl / und Johann Gottfried Liebezeit / Buchh. in der Johannis-Kirche. Gedruckt bey Friedr. Conr. Greflinger / 1705.

Es heißt in diesem Buche, S. 84—86:

„Ich soll allein dieses hieher setzen / daß man denen keinen Glauben zustellen müsse / die / ich weiß nicht aus was vor Neyd / uns ein Kraut zeigen wollen / daß

1) Ein einfaches Verfahren des Nachweises von Theïn und seine praktische Anwendung, Zeitsch. f. Untersuchg. d. Nahr.- u. Genußm. 4, 289 (1901). — Nachweis von extrahiertem Tee durch Sublimation, ibidem 5, 245 (1902). — Praktische Anwendung der Sublimation, ibidem 6, 408 (1903). — Vgl. Chem. Centralbl. 1901 I, 1066; 1902, I, 1073; 1903, I, 1431.

2) Mikrochemische Untersuchung des Tees und einige Beobachtungen über das Caffeïn, Rec. trav. chim. Pays-Bas 20, 344 (1901); vgl. Chem. Centralbl. 1901, II, 1275.

3) Praktische Anwendungen der Sublimation, Zeitschr. f. Untersuchg. d. Nahr.- u. Genußm. 6, 880 (1903); vgl. Chem. Centralbl. 1903, II, 1138.

4) Praktische Studien über Vakuum-Sublimation, Journ. f. prakt. Chem. [2] 78, S. 247 (1908); vgl. Chem. Centralbl. 1908, II. 1407.

5) Für die liebenswürdige leihweise Überlassung des Buches spreche ich Herrn Dr. H. BECKER auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.



so gut / als der Theé selber ist / und ich begehre von allen denen / die solches glauben / daß sie mir eines nennen / welches auch nur einen eintzigen considerablen Effect des Theés thue / als da ist den Schlaff ohne Schaden der Gesundheit benehmen; weder Salvie / noch ein eintziges Haupt- oder Magen-Kraut / noch der Myrtus Britannica des Herrn D. PAULI, noch ein einiges Gewächs hat so viel und solche Kräffte / als der Theé / dessen Saltz so zart / subtil und singulair ist / daß ich auch keines / daß von eben dieser Natur wäre / gefunden. Fraget mich jemand / ob der Theé heiß oder kalt / trucken oder feucht ist / und in welchem Grad; so antworte ich / daß diese Frage gantz unnütz ist / und keine Antwort verdiene / indem man kein Kraut mit der alten / und falschen Elle der 4. Qualitäten / und der 4. Graden abmessen müsse. Der Theé hitzet nicht / er kältet nicht / er trucknet nicht / er feuchtet auch nicht / sondern er verrichtet dieses alles / was ich ihm zugeschrieben habe / durch sein subtiles Saltz / und Oel / welches er im warmen Wasser fahren lässet / und dasselbe dadurch färbet. Ein Theé hat mehr Saltz / als der andere / mancher mehr Oel / als ein ander / der der schlechteste ist / ist adstringirend. Der weisse Theé hat das beste / und feineste Saltz / welches ich durch gewisse Proben erlernet / so ich hier / aus Mangel des Raums / nicht specificiren kan. Ich hab den Theé zu Asche gebrant / ich habe denselben trucken / ohn einigen Zusatz; Auch genetzet / mit unterschiedenen Liquoren, als Wein / Brandwein / & c. destilliret; Uberdiß hab ich ihn in Tincturen, und in allerhand Praecipitationes gethan / und dabey viel Veränderungen gefunden / welche / ich in einem Lateinischen Wercke (denn diese Geheimniß gehören nicht vor jedermann) augenscheinlich erklären will / und zeigen / daß der Theé ein pures Alkali volatile, ein feines / sauberes / und flüchtiges Saltz habe / welches überflüssig in den kleinen Röhrchen der Theé-Blätter sitzet / und daß / wenn der Theé im Wasser erweichet / leicht zerschmelzet / und aus den kleinen Pfeiffchen sich durch die Wärme des Wassers / und dessen dünnen Theilchen / herausspühlen lässet. Und dieses um dieser Ursach / weil das Wasser / so etwas Vitriolisch ist / alsofort vom Theé braun / ja schwärtzlicht wird / eben wie Theé-Wasser / wenn es auf Eysen gegossen wird / sich mählich in Tinte verwandelt: Oder / so man Vitriol im Wasser schmeltzet / und zum Theé-Wasser / oder dessen Extract giesset / wird sichs von stund an / ins Schwartze / als Tinte / verkehren: Weil man aber keine Tinte / als aus Vitriol / und einem Alkali machen kan / so muß der Theé ja ein Alkali haben / welches jedoch sehr fein und subtil ist / weil der Theé in einer freyen Lufft in wenig Stunden seine Krafft verliehret / und / welches noch mehr ist / weil derselbe geschwind dieses Saltz im warmen Wasser / so nichts so leicht / als ein Alkali Volatile, an sich nimmt / fahren lässet. Ich kan auch dieses sagen / daß der Theé, wenn er in Essig geweichet wird / alle seine Kräffte verliehret / weil die Säure / so ein Erb-Feind des Alkali ist / alles Saltz des Theés bestreitet / und tödtet: Welches einen klaren Beweiß giebet / daß der Theé ein Saltz habe / indem er durch seinen Gegner / der Säure / gäntzlich vernichtiget wird. Doch diese / und viel andere Experimenten muß ich hier stillschweigend übergehen / und solche denen Doctoren, welche hierinn zu studiren haben / bey Gelegenheit mittheilen. Andere / so von diese Sorte nicht sind / müssen sich mit diesem Bericht vergnügen / und sich an das Theé-Wasser halten / glaubende fide implicita, & constanti, mit festen / und blinden Vertrauen / daß ich ihnen / als ein honnet Mann die eigentliche Kräffte des Theés entdecket habe. Denn der Beweiß hievon erstrecket sich über den Horizont ihres Verstandes / und die Erfahrung kan ihnen gnug seyn sie zu überreden / daß ich ihnen die Wahrheit gesaget habe.“



Einige biographische Notizen aus arabischen Schriftstellern

von EILHARD WIEDEMANN.

Herr Professor Dr. SUDHOFF hat mich freundlichst aufgefordert Notizen naturwissenschaftlichen usw. Inhaltes, die mir in arabischen Schriftstellern begegnen, und die daher nur schwer bekannt werden, in dieser Zeitschrift mitzuteilen. Ich bin schon früher gerne dieser Anregung nachgekommen und werde es auch in Zukunft im Interesse der Sache tun.

I.

In einen von H. CHEIKHO, dem bekannten Orientalisten an der Jesuiten-Universität in Beirut, benutzten Manuskript in der Bibliothek der orthodoxen Christen in Beirut findet sich eine Liste muslimischer Gelehrten (al Maschriq Bd. 11, S. 69. 1908), die ich im folgenden mitteile. Es heißt dort:

Über die Namen der Geometer, die in ʿIrâq, Chorasân und Transoxanien zur Zeit der dailamitischen Dynastie (932—1055, es sind dies Emire usw., die in jenen Gegenden herrschten vgl. z. B. bei Ibel. Die Wage S. 78), oder gleich nachher vorkommen.

ABU'L RAIHAN MUH. BEN AHMED AL BÊRUNI (Suter 218, S. 98) [1]) — ABU MANSUR BEN ʿALI BEN ʿIRAQ, MAULA AMIR AL MUMININ (d. h. ein Freigelassener des Fürsten der Gläubigen) (Suter no 186, S. 81) [2]). — ABU MAHMUD HAMID IBN AL CHIDR AL CHOGENDI (Suter no 173, S. 74). — ABU ʿObaid AL DARIR [3]) AL GURGANI (Suter S. 88 und S. 172/173 s. auch IBN AL QIFTI ed. LIPPERT S. 417 und 419. Es war ein Freund von IBN SINA). — ABU SAHL WAIGAN [4]) BEN RUSTAM AL KUHI (Suter no 175 S. 75). — AHMAD IBN ʿABD ALLAH HABBASCH (ein Abessinier) (Suter no 22 p. 12) [5]) — ABU'L GUD MUH. BEN AL LAIT (Suter no 215 S. 97). — ABU ʿABD ALLAH AHMED AL SABTI (aus Zeuta, vielleicht ABU ʿABD ALLAH MUH. BEN AHMED AL SCHANNI (Suter no 216 S. 97). — ABU ʿALI

1) Unter „SUTER" ist zu verstehen dessen höchst wertvolles Werk: Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke. Abhandlungen z. Gesch. d. math. Wissenschaften Heft 10. Suppl. z. 45. Jahrgang d. z. S. pr. Math. u. Phys. 1900.

2) MANSUR BEN ʿALI BEN ʿIRAQ, ABU NASR ist nach AL BERUNI, dessen Lehrer er war, der richtige Name.

3) Der Name AL ḌARIR (der Blinde), den AL GARGANI nicht führt, könnte von einer Verwechslung mit ABU SAʿID AL DARIR AL GURGANI (SUTER Nr. 48, S. 27) herrühren, der in der Mitte des neunten Jahrh. n. Chr. lebte.

4) Der Text hat irrtümlich RAIHAN statt WAIGAN.

5) SUTER hat, wie er mir mitteilt, ihn zu früh († ca. 870) angesetzt; nach NALLINO ist er ein Zeitgenosse AL BATTANIs († 929).



BEN AL LAIT AL CHAULI (Unbekannt). — ABU'L HASSAN KUSCHJAR BEN LABBAN AL GILI (Suter no 192 S. 83). — ABU 'ALI AL HASAN BEN AL HUSAIN AL BASRI (Das ist IBN AL HAITAM Suter no 202 S. 91). — ABU SA'D AL Q S.[1]) (?) SAHL (wahrscheinlichst ABU SA'D AL 'ALA BEN SAHL (Suter no 87 S. 82). — ABU'L HASAN ADHWR[1]) IBN USTAD HMS[2]) — ABU SA'ID AHMED BEN MUH. 'ABDAL GALIL AL BAHRI (Suter no 185 S. 80, dort ist der Beiname AL SIGZI statt AL BAHRI, das kann leicht ein Versehen sein). — ABUL WAFA MUH. BEN MUH. AL BUZGANI AL SAFANI[3]) (Suter no 167, S. 71).

II.

Als Astronomen aus Sana'â werden von AL HAMDANI (ed. D. H. MUELLER) aufgeführt: DARDAN (oder WARDAN), ABU 'ISMATA, ABU GANDA, (die Vokale fehlen), IBN ASIM, IBN AL MUNAIDIR, IBN 'ABD ALLAH. Über diese Namen haben weder Herr Prof. SUTER, der mir auch für das Vorgehende seine Hilfe zur Verfügung stellte, noch ich selbst etwas gefunden; es werden dies meistens Astrologen ohne Bedeutung gewesen sein, wie überhaupt Südarabien gegenüber den anderen Teilen des muslimischen Reiches wissenschaftlich zurückstand.

Geschichte der technischen Arbeit.

Am 20. Januar 1909 hielt Ing. FRIEDRICH KITTNER in der „Fachgruppe für Patentwesen" des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins zu Wien einen Vortrag über THOMAS DUNN, Inhaber der wahrscheinlich größten (britischen) Patentschrift (Nr. 751 A. D. 1862). Er erzählte, wie ihn sein Beruf als Vorprüfer des K. K. Patentamtes zufällig auf das dreibändige (!) Werk geführt hatte, das sich beim Durchblättern als ein überaus interessantes Denkmal der Ingenieurwissenschaften nach dem Stande der Mitte des verflossenen Jahrhunderts entpuppt habe. Näheres Studium hat weiter zu der Erkenntnis geleitet, daß diese Patentschrift keineswegs die Lebensarbeit eines Sonderlings sei, sondern nur ein kleiner Teil der Schöpfungen eines sehr beachtenswerten Mannes gewesen ist, der sich nach merkwürdigen Jugenderlebnissen aus bescheidenen Anfängen, durch eigene Kraft zu einer ihrem Land, ihrer Zeit und ihrem Stand zur Ehre gereichenden

1) Das Wort ist unsicher.

2) Kann vielleicht ABU L'HASAN 'ALI BEN AHMED AL NASAWI, der manchmal AL USTAD al muhtass heißt (vergl. Catal. cod. orient Lugduno-Bat. Bd. 3, S. 89-90, Suter no 214, S. 97) sein.

3) Der Beiname AL SAFANI findet sich sonst nicht bei dem großen Astronomen ABU l'WEFA; vielleicht bedeutet er einen weiteren Gelehrten z. B. AHMED BEN MUH. AL SAGANI (SUTER Nr. 143, S. 65).



Persönlichkeit emporgeschwungen hat, um schließlich am Abend des Lebens durch äußerliche Mißerfolge eines wohlverdienten Ruhmes beraubt zu werden. Diese Ungerechtigkeit ein wenig zu mildern, war der erste Zweck des Vortrags.

Größer war der zweite Teil des Vortrags. Der Vortragende entwarf ein Bild von den unverhältnismäßig großen Schwierigkeiten, die das Zusammenstellen der Schrift über einen, wenn auch nicht weltbeherrschenden, so doch für die Geschichte der technischen Arbeit wichtigen Mann wie THOMAS DUNN kostet, und kam zu dem Schluß, daß die Fachliteratur hier eine große Lücke aufweist. Darstellungen einzelner technischer Gebiete oder einzelner Perioden der Geschichte der technischen Arbeiten genügen ebensowenig wie „Handbücher", etwa DARMSTÄDTERS „Handbuch der Geschichte der Naturwissenschaften und Technik". Letzteres sei wegen des Mangels an Quellennachweisen für wissenschaftliche Forschungen unbrauchbar. Es fehle eine enzyklopädische Darstellung nach Art des Konversationslexikons, die unter alphabetisch geordneten Schlagworten knappe, aber gutgeschriebene, womöglich mit Reproduktionen nach Originalzeichnungen illustrierte Artikel über die Entstehungs-, Entwicklungs-, Betriebsgeschichte aller bedeutsamen technischen Werkzeuge, Produkte, Verfahren und Untersuchungen, sowie Lebensskizzen der Männer, deren Schaffen und Denken solche Geschichte gelenkt hat zu enthalten hätte, gewissenhafte Quellenangaben und Literaturhinweise müßten dem Nachschlagenden Fingerzeige nach weiteren Zielen geben.

Der Vortragende erörterte alle Vorteile einer derartigen Enzyklopädie, würdigte die Schwierigkeiten, die ihrer Schaffung entgegenstehen, besprach den Kostenpunkt, verwies auf die vielen vorhandenen Vorarbeiten, namentlich die des Ing. FRANZ M. FELDHAUS in Friedenau bei Berlin, dessen unschätzbares Material und kostbare Arbeitskraft dem Verein gewinnbar wären, und beantragte am Ende seiner Ausführungen unter lautem Beifall folgende Resolution:

„Der Verwaltungsrat des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins wird aufgefordert, einen Ausschuß anzusetzen, der die Herausgabe einer „Enzyklopädischen Geschichte der technischen Arbeit" durch den Verein ins Auge zu fassen hätte".

Sämtliche Redner, die in die darauffolgende Debatte eingriffen, sprachen sich im Wesen für die Schaffung des angeregten Werkes aus; insbesondere befaßte sich Direktor Ing. RÉCREI mit der Frage der Geldbeschaffung für das Unternehmen, die er als sicher lösbar bezeichnete, wogegen der Bibliothekar des Patentamtes M. GROLIG seine wertvolle Mithilfe bei der Zusammentragung bibliographischer Einzelheiten zusagte. Der Vortrag erschien in der Vereinszeitschrift (No. 13—14) im Druck.

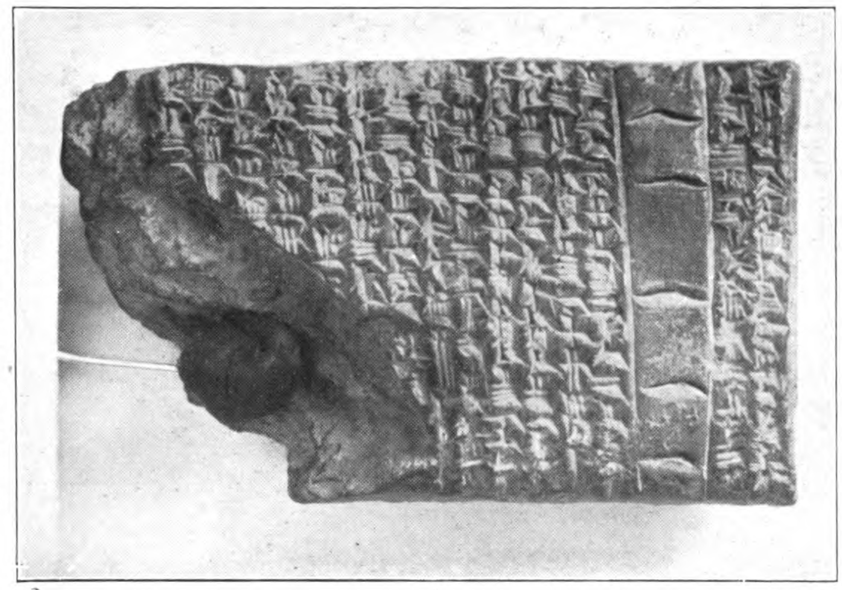
Die Resolution KITTNER ward schließlich einstimmig angenommen.[1])

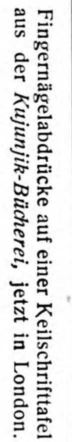
Autorreferat.

---

1) Genauere Mitteilungen siehe in der „Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins" 1909 No. 14.

Fig. 1a.





Fingernägelabdrücke auf einer Keilschrifttafel aus der *Kujunjik-Bücherei*, jetzt in London.

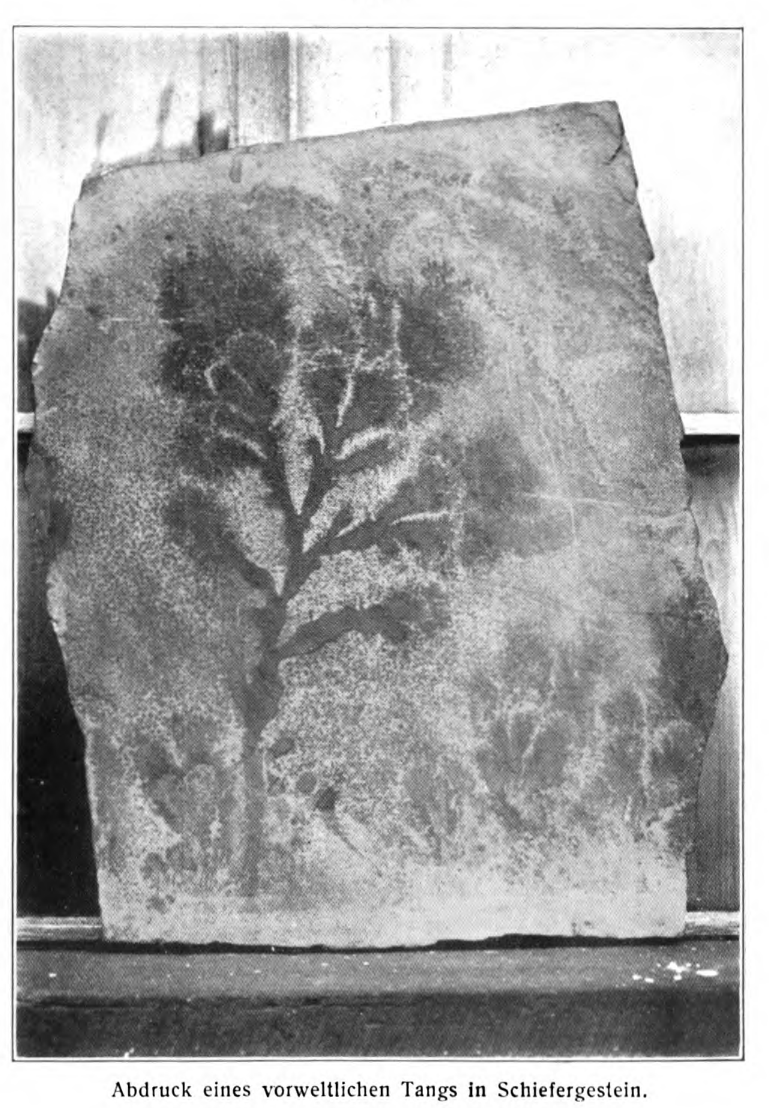
Fig. 2a.

Fingernägelabdrücke auf einer Keilschrifttafel aus der *Kujunjik-Bücherei*, jetzt in London.

Schelenz.

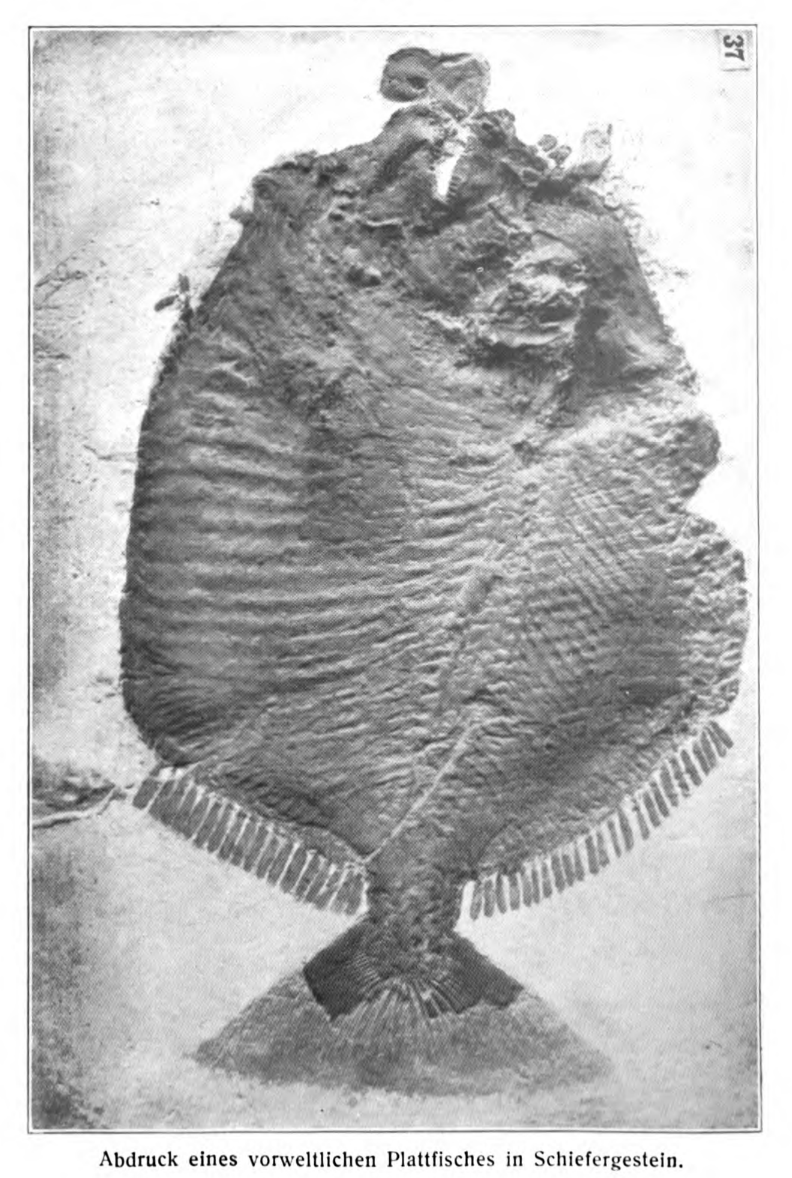
Verlag von F. C. W

Fig. 1.



Abdruck eines vorweltlichen Tangs in Schiefergestein.

Fig. 2.



Abdruck eines vorweltlichen Plattfisches in Schiefergestein.

V. Vogel in Leipzig. Druck von Richard Hahn (H. Otto) in Leipzig.

Fig. 5. Pflanzennaturselbstdruck nach *Auers* Methode aus: *D. von Ettinghausen* und *D. Pokorny*, Physiotypia plantarum austriacarum.





Fig. 3. Blatt aus einem durch Naturdruckverfahren hergestellten, der *Bodley*-Sammlung in Oxford gehörigen Pflanzenwerk von *Paolo Boccone* aus dem Ende des 17. Jahrhunderts.

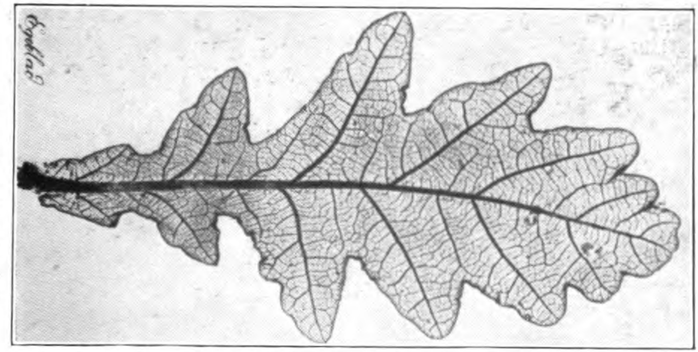


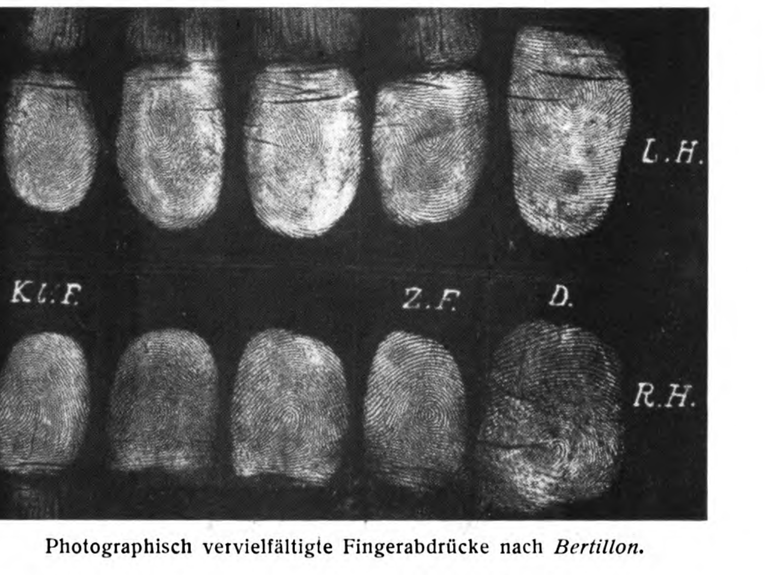
Fig. 4. Blattabdrücke des Dänen *Peter Kyhl*.

L. MACULATUM L.

Phytoxygraphie. Abbildung aus Herbier de la Flore Française von *Cusin* und *Ansberque.* Lyon 1867.

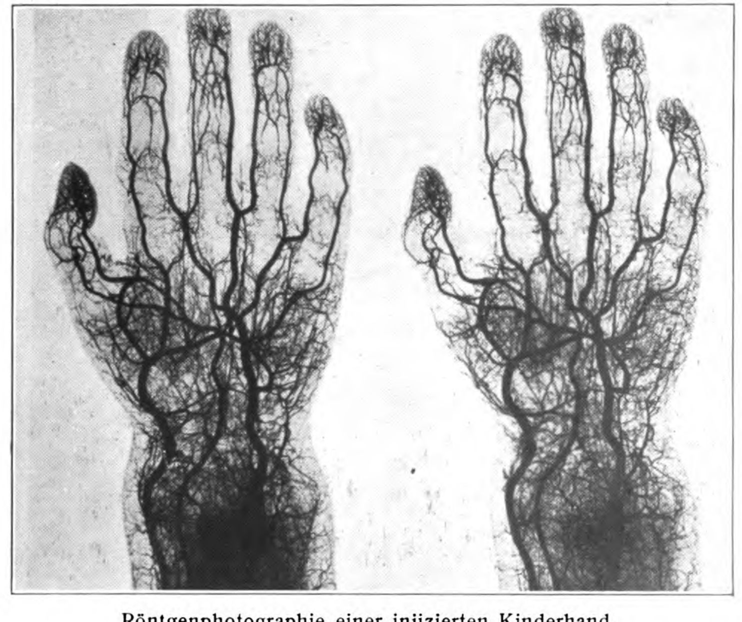
Auf lichtempfindlichem Papier „kopiertes“ Blatt.

Fig. 7.



Photographisch vervielfältigte Fingerabdrücke nach *Bertillon.*

Fig. 8.



Röntgenphotographie einer injizierten Kinderhand.

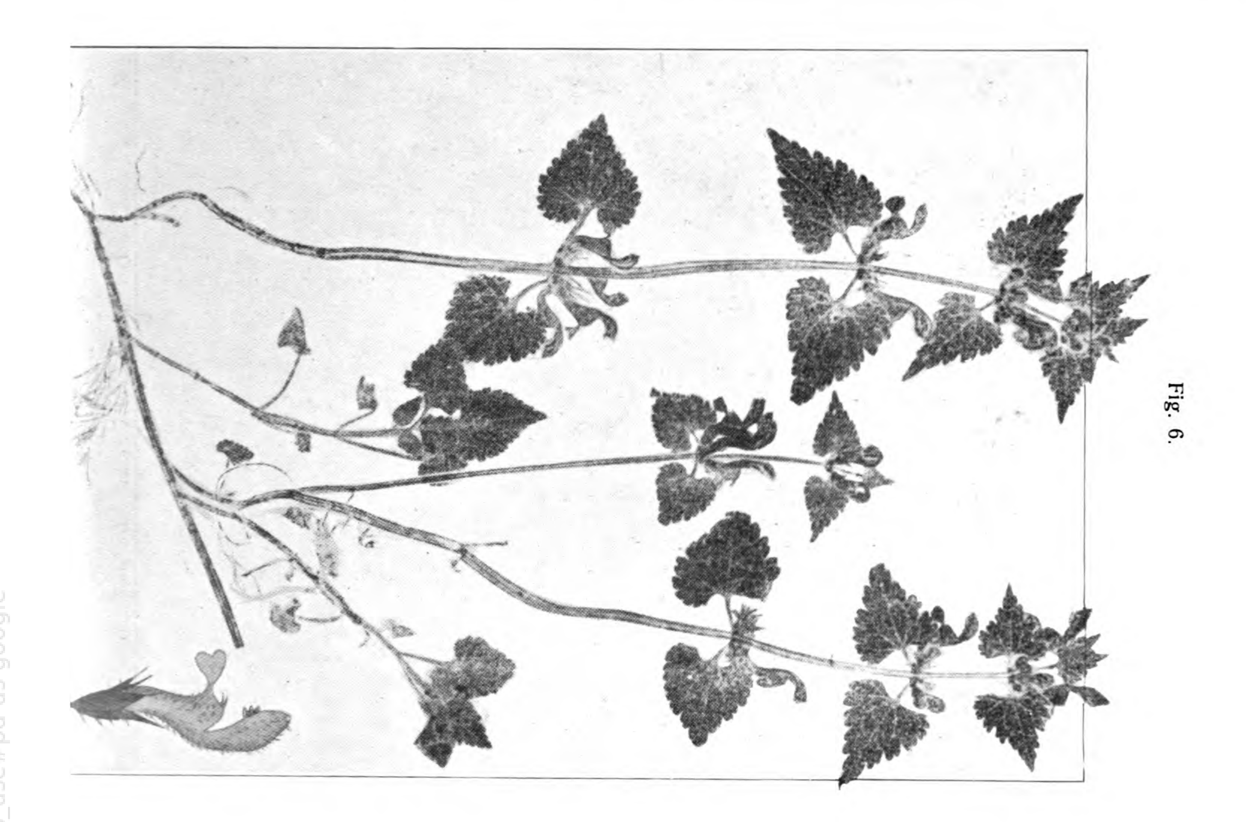


Fig. 6.

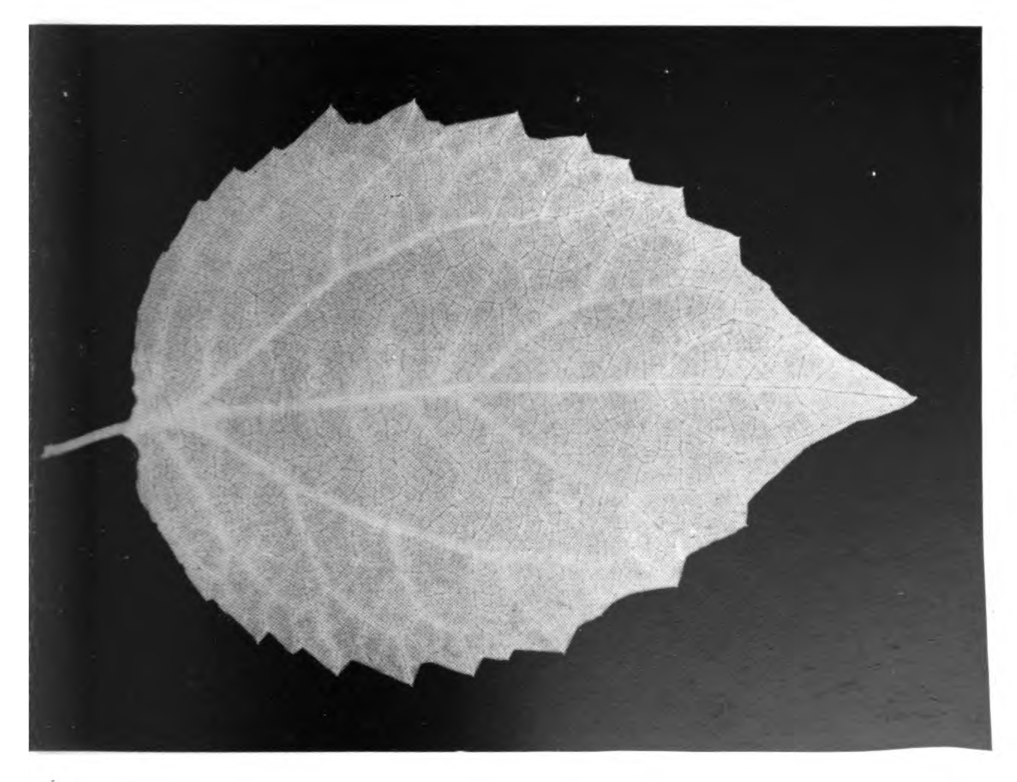
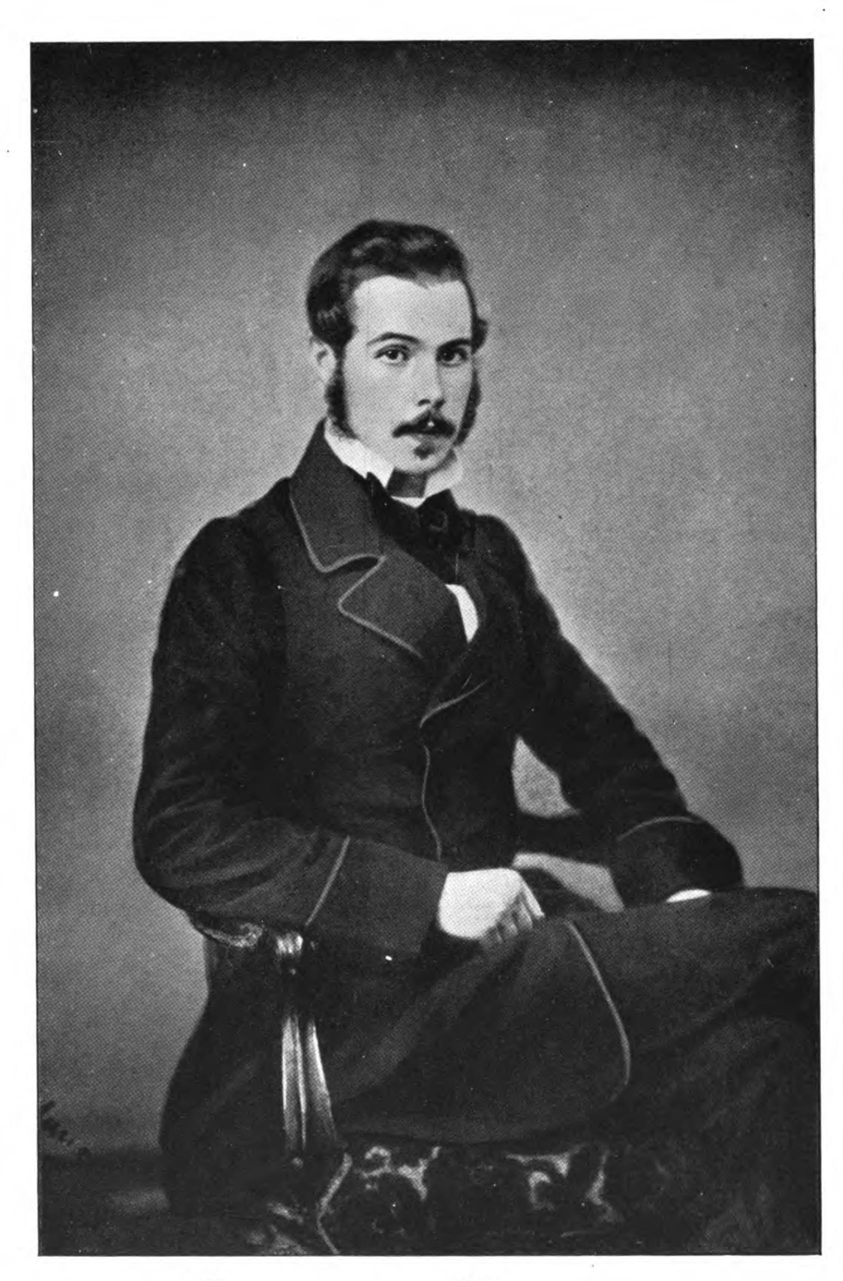


Fig. 9.

Vogel in Leipzig.

Druck von Richard Hahn (H. Otto) in Leipzig.



Archd. S. Couper

Archibald Scott Couper.[1])

Von RICHARD ANSCHÜTZ.

Mit 1 Bildnis; 2 Abbildungen auf Tafel VII.

In der Geschichte der Entwicklung, die die organische Chemie oder die Chemie der Kohlenstoffverbindungen durch die Einführung der Hypothesen der Vierwertigkeit des Kohlenstoffes und der Verkettung der Kohlenstoffatome erfuhr, tritt uns neben dem strahlenden Namen FRIEDRICH AUGUST KEKULÉ der Name von ARCHIBALD SCOTT COUPER entgegen. Allein COUPER hatte das harte Geschick zu tragen, daß seine Abhandlung: „Über eine neue chemische Theorie" ohne seine Schuld zu spät veröffentlicht wurde. Wohl wird diese Abhandlung in den Geschichtswerken der Chemie aufgeführt, aber COUPER selbst fiel so sehr der Vergessenheit anheim, daß ich in keinem biographischen Sammelwerk Nachrichten über ihn finden konnte, sein Name wird nirgends erwähnt. Da COUPER's wenig zahlreiche Abhandlungen kurz hintereinander zuerst in den „Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences" erschienen, so hielten ihn wohl viel Fachgenossen für einen Franzosen, während sein Vorname „ARCHIBALD" [2]) nach Schottland wies, das in der Tat seine Heimat ist.

Außer dieser theoretischen Abhandlung veröffentlichte COUPER eine Mitteilung: „Über einige Abkömmlinge des Benzols" und etwas später eine ausgezeichnete experimentelle Arbeit: „Untersuchungen über die Salizylsäure". Wie COUPER ohne seine Schuld mit seiner theoretischen Abhandlung zu spät kam, so hatte er mit seiner Salizylsäurearbeit, in der

1) Meine obige Studie über „ARCHIBALD SCOTT COUPER" ist ursprünglich, jedoch mit einer kurzen Einleitung und einem Anhang, der einen Wiederabdruck der von COUPER verfaßten Abhandlungen darstellt, unter dem Titel „Life and Chemical Work of Archibald Scott Couper" in die Proceedings der Royal Society of Edinburgh, Session 1908—1909 aufgenommen und hierzu von ALEXANDER CRUM BROWN ins Englische übertragen worden.

Die Veröffentlichung meiner Arbeit über COUPER in deutscher Sprache in dieser Zeitschrift genehmigte die Royal Society bereitwillig in dankenswerter Weise und stellte dazu die Clichés für das Bildnis COUPER'S, sowie für die Abbildungen auf Tafel VII zur Verfügung.

R. ANSCHÜTZ.

2) In den französischen Abhandlungen nur mit dem Anfangsbuchstaben angedeutet.

er die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure untersuchte, das Unglück, daß zwei seiner angesehensten deutschen Fachgenossen: AUGUST KEKULÉ und HERMANN KOLBE, sowie mehrere andere Chemiker seine Versuche wiederholten, ohne seine Angaben bestätigen zu können.

Damit schloß COUPER's Auftreten in der Chemie ab. So sehr ihm die Gaben verliehen zu sein schienen, Glänzendes in seiner Wissenschaft zu leisten, begegnen wir in keiner chemischen Fachzeitschrift mehr einer Abhandlung von ihm.

Wie kam das? Wie spielte sich das Leben von ARCHIBALD SCOTT COUPER ab?

Mein Interesse für COUPER wurde zuerst durch seine Arbeit über die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure wachgerufen, eine Reaktion, mit der ich mich ebenfalls eingehend beschäftigte. Meine Teilnahme für COUPER wuchs, als ich im Verlaufe meiner Studien zu einer ausführlichen Lebensbeschreibung AUGUST KEKULÉ's mich genötigt sah, COUPER's Abhandlung: „Über eine neue chemische Theorie" sorgfältig zu prüfen. In der Tat wird diese Abhandlung COUPER's immer einen Platz unmittelbar neben KEKULÉ's Abhandlung „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und die chemische Natur des Kohlenstoffs" behaupten.

Die erste Nachricht über COUPER's Leben enthielt ein Brief von GREVILLE WILLIAMS, an den sich mein verehrter Freund HEINRICH DEBUS wandte, um mir zu helfen. Mit Erlaubnis von DEBUS habe ich vor einiger Zeit diesen Brief in einer Anmerkung zu einer in LIEBIG's Annalen veröffentlichten Abhandlung: „Über die Einwirkung von Phosphorpentachlorid und Phosphortrichlorid auf substituierte o-Phenolcarbonsäuren"[1]) mitgeteilt und bringe ihn auch hier zum Abdruck:

„21 Bournevale Road, Streatham SW.
10th August 1903.

„Dear Sir,

I grieve to say that I know nothing of the origin of poor Couper. I first became acquainted with him when I was assistent to Dr. (afterwards Lord) Playfair in the University of Edinburgh, where Couper was a student in the laboratory, but he soon left. I only saw him once more when he came up to me on the sea-shore at Dunoon on the Clyde, but he was then a complete wreck. I believe his trouble originated in sun stroke. I deeply regret being unable to give you more information about this great but infortunate genius.

Yours very truly,

GREVILLE WILLIAMS.

Auf meine Bitte wendete sich H. DEBUS nunmehr an Herrn ALEXANDER CRUM BROWN, im Lehramt der Chemie PLAYFAIR's Nachfolger an der Universität in Edinburg.

1) LIEBIG's Annalen (1906) **346,** 291 Anm.



Mit nicht zu übertreffendem Eifer und seltenem Geschick griff ALEXANDER CRUM BROWN die scheinbar hoffnungslose Aufgabe an, Auskunft über COUPER's Leben zu verschaffen. Und es gelang ihm! Durch CRUM BROWN bin ich in Stand gesetzt worden, die im nachfolgenden enthaltenen Nachrichten über COUPER geben zu können. Ich darf dem verehrten Freund und berühmten Kollegen auch an dieser Stelle meinen Dank dafür abstatten, daß er mir die Ergebnisse seiner erfolgreichen Bemühungen für meine Arbeit in liebenswürdiger Weise zur Verfügnng stellte.

Die nachfolgenden von mir benutzten Mitteilungen über COUPER's Leben erhielt CRUM BROWN zunächst von in Kirkintilloch in Schottland lebenden Cousinen COUPER's: Mrs. LITTLE und Miss TAIT, dann von COUPER's Vetter, dem ausgezeichneten Tierarzt Herrn DOLLAR in London und von einem deutschen Universitätsfreund COUPER's, dem in Coblenz wohnenden Geheimrat BERRING.

ARCHIBALD SCOTT COUPER wurde am 31. März 1831 zu Townhead [1]), Kirkintilloch, Grafschaft Dumbarton, ungefähr sechs Meilen nordöstlich von Glasgow geboren. Er war, da sein Bruder ganz jung starb, der einzige überlebende Sohn von ARCHIBALD COUPER, der eine große Baumwollweberei besaß, in der er 600—700 Arbeiter beschäftigte. Der Mädchenname seiner Mutter war HELEN DOLLAR. COUPER's Vater hatte das Geschäft schon von COUPER's Großvater geerbt, der mit JANET SCOTT verheiratet war. Seiner Großmutter väterlicherseits verdankt unser ARCHIBALD also den zweiten Zunamen SCOTT.

Über COUPER's Jugendzeit ist nicht viel zu erfahren gewesen. Wir werden annehmen dürfen, daß ihm in seinem wohlhabenden Vaterhause eine sorgfältige Erziehung zuteil wurde.

Im Sommer oder Herbst 1851 kam COUPER zum erstenmal nach Deutschland und zwar in Begleitung seines Freundes ALEX. HAMILTON [2]). Sie wurden in Glasgow zusammen bekannt und fühlten sich durch die gemeinschaftliche Neigung zu Sprachen und Philosophie zueinander hingezogen. Bei einer ihnen in Halle a. S. empfohlenen Familie betrieben die beiden jungen Schotten mit so gutem Erfolge das Studium der deutschen Sprache, deren Erlernung im allgemeinen den Schotten leichter wird, als den Engländern, daß sie sich ihrer bald mit Leichtigkeit bedienten. Während des Wintersemesters 1851/52 besuchte COUPER die „Latin and Greek classes" der Universität Glasgow.

1) Das Haus ist zur Zeit in Läden umgewandelt und der Garten teilweise mit Gebäuden bedeckt.

2) ALEXANDER HAMILTON, M. A. 1851, D. D. 1872; United Presbyterian Pfarrer, Kilmarnock 1855—1872, Brigthon 1871—1892. Starb in Brighton 1902.





Im Sommer 1852 finden wir COUPER und HAMILTON in Berlin, wo BERRING[1]) mit ihnen bekannt wurde. Er berichtete, daß COUPER damals noch kein bestimmtes Fach ergriffen hatte, sondern sich in verschiedenen Wissensgebieten umsah.

Im August 1852 kehrt COUPER nach Schottland zurück, dort die Universität Glasgow mit Edinburg vertauschend.

Aus diesen andauernden Universitätsstudien wird man schließen dürfen, daß sich COUPER dafür entschieden hatte, die väterliche Fabrik nicht zu übernehmen, und daß COUPER's Vater seinem hochbegabten Sohne bei der Wahl eines gelehrten Berufes nicht entgegen war. In Edinburg drängten die Vorlesungen über Philosophie — COUPER hörte bei Professor SIR WILLIAM HAMILTON Logik und Metaphysik, bei Professor MAC DOUGAL Moralphilosophie — die Sprachstudien beiseite. Noch immer hatte sich COUPER nicht für die Chemie entschieden, wenigstens befinden sich in seinen Edinburger Belegbüchern keine naturwissenschaftlichen Vorlesungen verzeichnet.

Im nächsten Sommer 1853 fuhren COUPER und HAMILTON wieder nach Deutschland herüber. Einige Wochen waren beide bei der Familie BERRING's in Minden in Westfalen zu Besuch, dann bereisten sie Süddeutschland, Tirol und Oberitalien und kehrten über Berlin nach Schottland zurück. Im Herbst 1854 oder im Anfang des Jahres 1855 kommt COUPER von neuem nach Berlin, das ihm offenbar gefiel. Seine Freundschaft mit BERRING, der in Berlin an der Bauakademie Ingenieurwissenschaften studierte, veranlaßte die beiden Studenten in einem kleinen Hotel garni Dorotheenstraße 75 zusammen zu wohnen bis zu COUPER's Abreise nach Paris im August 1856.

Inzwischen hatte sich COUPER zum Studium der Naturwissenschaften im allgemeinen und der Chemie im besonderen entschlossen. Welche Einflüsse oder Erwägungen bei COUPER diesen Entschluß zur Reife brachten, entzieht sich unserer Kenntnis. Jedenfalls hat sich bei ihm die Neigung für die Chemie nicht schon in früher Jugend, sondern erst allmählich nach mehrjährigen Studien anf der Universität entwickelt. Bei welchen Gelehrten damals COUPER in Berlin arbeitete, vermochte sich Herr BERRING nicht mehr sicher zu entsinnen, er meinte, bei RAMMELSBERG. Das mag sein; jedenfalls hörte er Vorlesungen über analytische Chemie bei SONNENSCHEIN und arbeitete während des Sommers 1856 zwei Monate in dessen Laboratorium. Kurz er benutzte die drei oder vier in Deutschland zugebrachten Semester, um sich in der analytischen Chemie auszubilden. Während viele seiner Landsleute damals Heidelberg aufsuchten oder München,

1) Später Geheimrat und Direktor der Strombauverwaltung des Rheines.



um bei BUNSEN [1]) zu arbeiten oder LIEBIG zu hören, wandte sich COUPER nach Paris und wurde von WURTZ in sein Laboratorium aufgenommen. Im Vorübergehen sei erwähnt, daß sich KEKULÉ in demselben Jahre in Heidelberg habilitierte. Seine chemische Studienzeit lag hinter ihm, als die von COUPER kaum begonnen hatte.

Überraschend schnell nach einem nur drei oder vier Semester betriebenen Studium der Chemie hatte sich COUPER die Kenntnisse und Fertigkeiten erworben, um selbständige chemische Experimental-Untersuchungen unternehmen zu können. Als er in Paris eintraf, hatte WURTZ gerade seine glänzende Entdeckung des Glykols durch Behandeln des aus Aethylenjodid und Silberacetat erhaltenen Glykoldiacetates mit Kalilauge veröffentlicht. An diese Entdeckung schließt sich die erste im August 1857 veröffentlichte Arbeit COUPER's so enge an, daß sich die Vermutung aufdrängt, WURTZ habe COUPER zu dem Thema geraten. Auch steht COUPER's Abhandlung: „Recherches sur la benzine“, in den Compt. rend. [2]) unmittelbar hinter einer Abhandlung von WURTZ: „Note sur la liqueur des Hollandais“ [3]).

COUPER's Untersuchungen über das Benzol.

COUPER ging von der Vermutung aus, daß es möglich sei, Benzol in den entsprechenden Alkohol und das entsprechende Glykol umzuwandeln. Er ließ daher Bromdampf auf siedendes Benzol einwirken und entdeckte auf diese Weise das bei 150° siedende Brombenzol, sowie das bei 89° schmelzende und bei 219° siedende Dibrombenzol, unser p-Dibrombenzol. Das Monobrombenzol nitrierte und sulfurierte er. Die beiden Brombenzole erhitzte er mit Silberacetat auf 200° im geschlossenen Rohr. Er stellte fest, daß das Monobrombenzol kaum mit Silberacetat reagierte.

---

1) Persönlich war übrigens COUPER mit BUNSEN bekannt geworden. Nach Empfang eines Sonderabdruckes meiner Abhandlung über COUPER in den Proceedings of the Royal Society of Edinburgh schreibt mir mein verehrter Kollege Herr HANS LANDOLT: „Was COUPER betrifft, so war meine Bekanntschaft mit ihm leider nur von kurzer Dauer. Als ich etwa im Jahre 1856 oder 57 einige Tage nach Heidelberg kam und BUNSEN besuchte, fand ich in seinem Zimmer einen jungen Engländer, COUPER, mit dem er mich bekannt machte. Er lud uns dann beide zum Mittagessen im Badischen Hof ein, und nachher verbrachte ich den ganzen Nachmittag und Abend in Gesellschaft von COUPER. Wir machten einen langen Spaziergang und unterhielten uns so vorzüglich, daß wir bis spät in die Nacht zusammen blieben. Diesen mit COUPER verbrachten Tag habe ich stets in angenehmster Erinnerung behalten. Leider habe ich ihn später nie wieder gesehen.“ Soweit LANDOLT. Bei den schon damals zwischen LANDOLT und KEKULÉ bestehenden freundschaftlichen Beziehungen war es ein Zufall, daß sich COUPER und KEKULÉ nicht kennen lernten. R. ANSCHÜTZ.

2) Comptes rendus **45**, 230–232. 3) Ibid. **45**, 228–230.



Hoffnungsvoller sieht er den Verlauf der Einwirkung von Silberacetat auf Dibrombenzol an. Aber unglücklicherweise verliert er durch eine Explosion sein Material und muß die Fortführung der Versuche verschieben.

In seiner Mitteilung bedient sich Couper der damals auch von Wurtz stets verwendeten kleinen Äquivalentgewichte, C = 6, O = 8 und schreibt z. B.

„Bromobenzine $C^{12}H^5Br$

Dibromobenzine $C^{12}H^4Br^2$

Phényglycol diacétique $\left.\begin{matrix} C^{12}H^4 \\ (C^4H^3O^2)^2 \end{matrix}\right\} O^4$"

Daraus geht hervor, daß Couper damals von Gerhardt's Typentheorie keineswegs so eingenommen war, wie Kekulé schon in seiner berühmten, im April 1854 erschienenen Arbeit: „On a new Series of Sulphurated Acids" [1]). Er hatte eben nicht wie Kekulé im engen wissenschaftlichen Verkehr erst mit Charles Gerhardt in Paris und dann mit Odling und besonders mit Williamson in London seine wissenschaftlichen Ansichten ausbilden können. Freilich schreibt Coupfr für das von ihm erwartete „Phénylglycol diacétique" eine Typenformel, aber eine der Art, wie sie auch in Deutschland damals allgemein benutzt wurden, die von dem vervielfachten Typus Wasser H^2O^2 abgeleitet ist, und nicht von dem Typus H^2O Gerhardt's und Williamson's. Ich hebe diesen Punkt besonders hervor, weil sich Couper in seiner im Laufe des nächsten Jahres bei ihm entstandenen neuen Theorie zum Teil wenigstens von diesen irrigen Annahmen frei machte.

Obgleich Couper's Abhandlung: „Über eine neue chemische Theorie" [2]) etwas später erschien als seine zweite und letzte Experimentalarbeit: „Untersuchungen über die Salizylsäure" [3]), so halte ich es für zweckmäßig, Couper's theoretische Ansichten zunächst zu besprechen. Denn erst am Schlusse seiner Abhandlung über eine neue chemische Theorie wendet er diese auch auf die Salizylsäure an; während er sich in seiner Salizylsäureabhandlung, wie auch in der Benzolabhandlung fast ausschließlich der empirischen Molekularformeln bedient.

Um seinen Landsleuten seine Arbeiten zugänglicher zu machen, veröffentlichte Couper eine ausführlichere Begründung seiner neuen Theorie in „The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science" [4]) eine Abhandlung, die er ins Französische übersetzte und mit einigen Zusätzen versehen in den „Annales de chimie et de physique" [5]) erscheinen ließ. Die Untersuchungen über Salizylsäure über-

1) Proceedings of the Royal Society of London Vol. VII, 37—40.

2) Compt. rend. **46**, 1157—1160. 3) Ibid. **46**, 1107—1110. 4) **16**, 104—116.

5) [3] **53**, 469—489.

setzte er ins Englische, wobei er seine neue Theorie auf die Formulierung der darin behandelten Salizylsäureabkömmlinge anwandte, sie ist im achten Band von „The Edinburgh New Philosophical Journal" 1858 [1]) abgedruckt.

Über COUPER's neue chemische Theorie.

Sobald KEKULÉ, damals noch Privatdozent in Heidelberg, die Abhandlung COUPER's in den Comptes rendus kennen gelernt hatte, machte er seine Ansprüche auf die zwei wichtigsten, darin ausgesprochenen Annahmen geltend. Schon der Bericht über die Sitzung der französischen Akademie am 30. August 1858 enthält KEKULÉ's Abhandlung: „Remarques de M. A. KEKULÉ à l'occasion d'une note de M. COUPER sur une nouvelle théorie chimique" [2]). Den Ausführungen COUPER's werden wir daher am zweckmäßigsten an der Hand von KEKULÉ's Bemerkungen dazu nachgehen. Mir kam dabei eine Äußerung KEKULÉ's in den Sinn, die er in eine am 11. März 1890 in Berlin bei der Feier des 25jährigen Bestehens der Benzoltheorie gehaltene Rede einflocht [3]): „Gewisse Ideen liegen zu gewissen Zeiten in der Luft; wenn der eine sie nicht ausspricht, tut es kurz darauf in an derer." Oder — so möchte ich ergänzend hinzufügen — verschiedene Denker kommen oft unabhängig voneinander so ziemlich gleichzeitig darauf, ein und dieselbe Idee auszusprechen, wenn deren Geburtsstunde geschlagen. Denn in COUPER's Abhandlung: „Über eine neue chemische Theorie" wurden die Hypothesen über die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und die Verkettung der Kohlenstoffatome entwickelt, kurz nachdem dies von KEKULÉ geschehen war. Und es war, wie ich schon oben andeutete, nur ein für COUPER verhängnisvoller Zufall, daß seine Abhandlung nicht gleichzeitig mit KEKULÉ's berühmt gewordenen Betrachtungen: „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und die chemische Natur des Kohlenstoffs" erschien.

Freilich hatte KEKULÉ schon in seiner Abhandlung über das Knallquecksilber den Typus Sumpfgas aufgestellt und in einer Anmerkung zu der am 15. August 1857 der Redaktion von LIEBIG's Annalen eingereichten Abhandlung [4]) „Über die sogenannten gepaarten Verbindungen und die mehratomigen Radikale" mitgeteilt: „Der Kohlenstoff ist, wie sich leicht zeigen läßt und worauf ich später ausführlicher eingehen werde, vierbasisch oder vieratomig; d. h. 1 Atom Kohlenstoff = Є = 12 ist aequivalent 4 At. H." Implicite war in dieser Erkenntnis auch die Hypothese von der Verkettung der Kohlenstoffatome eingeschlossen.

Immerhin ist nach authentischen Mitteilungen, die mir von hochgeschätzter Seite wurden, nicht zu bezweifeln, daß ARCHIBALD SCOTT COUPER's

1) **8**, 213—217. 2) **47,** 378—380.
3) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **23,** 1304. 4) LIEBIG's Annalen **104,** 133.



Abhandlung: „Über eine neue chemische Theorie" sich in den Händen von ADOLPHE WURTZ befand, ehe das am 19. Mai ausgegebene Heft von LIEBIG's Annalen mit KEKULÉ's vom 16. März datierter Abhandlung [1]): „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und die chemische Natur des Kohlenstoffs" im Buchhandel erschien. In einem Briefe vom 29. März 1906 schrieb mir darüber ADOLF LIEBEN:

COUPER'S Arbeit ist ganz unabhängig von der KEKULE'S, was niemand besser weiß als ich. COUPER, der damals, so wie ich, in WURTZ's Laboratorium arbeitete, war gewöhnt, seine Entwürfe und Ideen mit mir durchzusprechen und übergab mir auch vor der Publikation seine später in den Compt. rend. 1858 erschienene Abhandlung zur Prüfung. Dann übergab er sie WURTZ. Mittlerweile erschien das Ende Mai ausgegebene Heft der Annalen mit KEKULÉ'S ähnlicher Arbeit und COUPER war über dieses Zusammentreffen äußerst bestürzt."

In einem Briefe vom 12. Mai 1906 teilte mir ALBERT LADENBURG aus dem Schatze seiner Erinnerungen folgendes mit:

„COUPER arbeitete bei WURTZ in Paris und bat diesen seine Abhandlung über die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs der Akademie zu überreichen. WURTZ, der damals selbst noch nicht Mitglied war, mußte die Abhandlung an einen anderen der Mitglied war (gewöhnlich BALARD) geben. Er verbummelte dies ein wenig und so erschien KEKULÉ'S Mitteilung, ehe die von COUPER der Akademie vorgelegt war, Darob großer Zorn von COUPER, der WURTZ zur Rede stellte und ausfällig wurde. WURTZ ließ sich das nicht gefallen und verwies ihn aus dem Laboratorium. COUPER scheint sich dies sehr zu Herzen genommen zu haben und in Paris glaubte man, den Anfang seiner Krankheit daher zu datieren. Die Geschichte selbst ist authentisch, ich habe sie von WURTZ."

Nachdem somit die Unabhängigkeit der von DUMAS der französischen Akademie der Wissenschaften vorgelegten Abhandlung COUPER's über eine neue chemische Theorie, von KEKULÉ's etwas früher erschienenen entsprechenden Auseinandersetzungen festgestellt ist, wende ich mich dem Inhalt der ersteren zu. In der Tat zeigt der Gedankengang und damit die Ausdrucksweise der beiden Forscher oft eine verblüffende Ähnlichkeit, wenn es auch an eigenartigen Unterschieden nicht fehlt. KEKULÉ weist darauf hin, daß der Eingangssatz von COUPER's Abhandlung:

„Je remonte aux éléments eux-mêmes dont j'étudie les affinités réciproques. Cette étude suffit, selon moi, à l'explication de toutes les combinaisons chimiques,"

dem Sinne nach völlig übereinstimmt mit dem von KEKULÉ ins Französische übertragenen Satz seiner deutschen Annalen Abhandlung)[2]:

„Je crois nécessaire pour l'explication des propriétés des combinaisons chimiques de remonter jusqu'aux éléments eux-mêmes qui les constituent."

1) LIEBIG's Annalen **106**, 129—159, 2) **106**, 136.



Etwas weiter sagt COUPER von dem Kohlenstoff:

„La puissance de combinaison la plus elevée que l'on connaisse pour le carbone est celle du second degré, c'est-à-dire 4.“

Dazu kommt als zweite Eigenschaft des Kohlenstoffs:

„Il entre en combinaison avec lui même. Ces deux propriétés suffisent à mon avis, pour expliquer tout ce que la chimie organique offre de caractéristique. Je crois que la seconde est signalée ici pour la première fois. A mon avis, elle rend compte de ce fait important et encore inexpliqué de l'accumulation des molécules de carbone dans les combinaisons organiques. Dans les composés où 2, 3, 4, 5, 6, etc., molécules de carbone sont liées ensemble, c'est le carbone qui sert de lien au carbone.“

KEKULÉ scheint übersehen zu haben, daß COUPER die Hypothese von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs nicht für sich in Anspruch nimmt, sondern nur die von der Verkettung der Kohlenstoffatome. Denn er bemerkt zu den vorstehenden Sätzen, von denen er den Satz „Je crois que la seconde est signalée ici pour la première fois“ ausgelassen hat, folgendes:

„Nous ne saurions lui accorder que ces propriétés soient signalées par lui pour la première fois. Déjà dans mon première Mémoire (page 133, note), j'ai dit expressément que le carbone était de nature quatriatomique, c'est-à-dire, que 1 atome de carbone ($C = 12$) est équivalent à 4 atomes d'hydrogène ($H = 1$); j'ai ajouté que, par conséquent, les combinaisons les plus simples du carbone avec des éléments du premier groupe (éléments monatomiques) étaient CH_4, CCl_4 etc. Dans mon second Mémoire j'ai donné, en outre, plus de développement à cette idée (pag. 153) et j'en ai tiré comme corollaire (page 154) que dans les substances contenant plusieurs atomes de carbone, on ne peut expliquer cette accumulation que par l'hypothèse que les atomes du carbone lui-même soient liés entre eux, en neutralisant ainsi une partie de leur affinité générale. J'ai cru pouvoir fonder cette hypothèse sur divers exemples trop prolixes pour les rapeller ici, je me contenterai de faire remarquer que, moi aussi, j'ai donné une formule générale qui exprime, pour une certaine classe de combinaisons, le nombre d'atomes d'hydrogène combiné avec atomes de carbone, dans les termes suivants:

$$C_n H_{n(4-2)+2},$$ [1]

tandis que M. COUPER, de son côté, l'exprime de cette manière:

$$C_n M_{n.4} - M_{m.2} = n CM_4 - m M_2$$

où m est $< n$.“

1) In den Comptes rendus irrtümlich $C_n H_{n(1-2)+2}$. Vgl. LIEBIG'S Annalen **106**, 154: „Die Anzahl der mit n Atomen Kohlenstoff, welche in dieser Weise

Es will mir scheinen, als ob KEKULÉ die allgemeinen Formeln COUPER's mißverstanden hat. Denn COUPER sagt ausdrücklich:

„Toutes les combinaisons du carbone peuvent être ramenées à deux types. L'un d'eux est représenté par le symbole

$$n\,CM^4,$$

l'autre par le symbole

$$n\,CM^4 - M^2$$

où m est $<$ n, ou bien

$$n\,CM^4 + m\,CM^2,$$

où n peut devenir nul, On peut citer, comme exemple du premier type, les alcools, les acides gras, les glycols, etc."

Wenn die Alkohole, die Fettsäuren, die Glykole etc. nach COUPER Beispiele für den ersten Typus sind, also von ihm offenbar alle gesättigten Kohlenstoffverbindungen unter diesen Typus zusammengefaßt werden, so kann ich dies nur so verstehen, daß M nicht das Atom eines einwertigen Elementes, sondern die betätigte Wertigkeit bedeutet. Nur wenn man das annimmt, ist der Typus $n\,CM^4$ der Ausdruck für alle gesättigten Kohlenstoffverbindungen.

Der Ausdruck

$$n\,CM^4 - m\,M^2$$

ist dann das Schema für die Formeln der ungesättigten Kohlenstoffverbindungen. COUPER stellt daneben das Schema

$$n\,CM^4 + m\,CM^2.$$

Auf diesen Ausdruck können die ungesättigten Kohlenstoffverbindungen, die wie man später sagte doppelt und dreifach gebundenen Kohlenstoff enthalten, ebenfalls zurückgeführt werden. Von beiden Ausdrücken läßt sich auch das Kohlenoxyd ableiten, wenn man in der ersten Formel $n = m = 1$ oder in der zweiten Formel $n = o$ und $m = 1$ setzt.

Auf Grund seiner Darlegungen schreibt COUPER Formeln, in denen die Bindungen der Atome unter einander durch Bindungslinien veranschaulicht werden, die in der Compt. rend.- und der Phil. Mag.-Abhandlung Punktreihen, in der Abhandlung in den Ann. chim. phys. nicht unterbrochen sind, wahre Strukturformeln im heutigen Sinne des Wortes.

KEKULÉ löste die Formeln ebensoweit auf wie COUPER, indem er die Konstitution der Radikale ableitete, aber nachdem das mit Worten geschehen war, setzte er die zusammengezogenen Radikalformeln in die Typenformeln ein. Er behält also die Schreibweise von GERHARDT bei und entwickelt die Idee der Typenformeln. In der ersten Lieferung seines

---

aneinander gelagert sind, verbundenen Wasserstoffatome (chemische Einheiten) z. B. wird also ausgedrückt durch: $n\,(4-2) + 2 = 2n + 2$".



Lehrbuchs, die im Sommer 1859 erschien, stellt er die Bindungsweise der Atome graphisch dar. Allein unsere heutige Schreibweise der Strukturformeln ist unzweifelhaft von COUPER angebahnt.

In einem Punkte jedoch stellt KEKULÉ eine Verschiedenheit seiner mit COUPER's Auffassung ausdrücklich fest. COUPER spricht, wie ich weiter oben anführte, von „la puissance de combinaison la plus élevée que l'on connaisse pour le carbone.“ Er unterscheidet 2 Arten von Affinität bei einem Element:

„1⁰ L'affinité de degré
2⁰ L'affinité élective.“

Was COUPER unter „L'affinité de degré“ verstanden haben will, erläutert er am Kohlenstoff: „Prenant pour exemple le carbone, je trouve, qu'il exerce son pouvoir de combinaison en deux degrés. Ces degrés sont répresentés par CO^2 et CO^4, c'est-à-dire par l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, en adoptant pour les équivalents du carbone et de l'oxygène les nombres 12 et 8.“

Ohne auf das von COUPER gewählte Beispiel zur Erläuterung der „affinité de degré“ einzugehen, sagt KEKULÉ: „Si M. Couper croit avoir découvert la cause de cette différence de basicité dans l'existence d'une espèce speciale d'affinité, l'affinité de degré, je suis le premier à reconnaître que je n'ai aucun droit à lui contester cette priorité.“

COUPER's „Affinité de degré“ ist aber offenbar nichts anderes, als was man später „wechselnde Valenz“ genannt hat und die obige Stelle in KEKULÉ's Prioritätsreklamation ist seine erste scharfe Verneinung der wechselnden Valenz.

Daß COUPER $O = 8$ annimmt, während er $C = 12$ setzt, ist eine Inkonsequenz, auf die KEKULÉ nicht hinweist. Ich werde später darauf zurückkommen. COUPER formuliert die Ameisensäure, die Essigsäure und die Oxalsäure folgendermaßen:

$$C\begin{cases}O\cdots OH\\O^2\\H\end{cases}\qquad\begin{array}{l}C\begin{cases}O\cdots OH\\O^2\end{cases}\\ \vdots\\ C\cdots\cdots H^3\end{array}\qquad\begin{array}{l}C\begin{cases}O\cdots OH\\O^2\end{cases}\\ \vdots\\ C\begin{cases}O^2\\O\cdots OH\end{cases}\end{array}$$

Oder „si l'on veut réunir l'oxygène à l'un des poles de la molécule, par formule:

$$\begin{array}{l}C\begin{cases}O^2\ ^{1)}\\O^2\end{cases}\\ \vdots\\ C\begin{cases}O\cdots OH\\O\cdots OH\text{“}\end{cases}\end{array}$$

1) In den Compt. rend. findet sich hier ein Druckfehler: C^2 statt O^2.

Daran knüpft COUPER eine Bemerkung über den elektronegativen oder elektropositiven Zustand der miteinander verbundenen Sauerstoffatome in

der Gruppe $C\begin{cases}O \cdots OH \\ O^2\end{cases}$.

Die Sauerstoffatome haben im allgemeinen einen elektronegativen Zustand. Das eine Sauerstoffatom jedoch, das mit einem Atom eines elektropositiven Elementes wie Wasserstoff verbunden ist, gerät dadurch in einen elektropositiven Zustand. Die Gegenwart der beiden anderen mit Kohlenstoff verbundenen Sauerstoffatome ist nötig, um den negativen Sauerstoff in den Zustand zu versetzen, der dem Körper die Eigenschaften verleiht, die man sauer nennt.

Er fügt hinzu: „Ceci est un cas particulier d'une loi générale; car on peut voir, d'après cette théorie, comment la valeur éléctropositive ou électronégative des éléments modifie et conditionne mutuellement la valeur éléctropositive ou éléctronégative des autres éléments."

Am Schlusse seiner Abhandlung leitet COUPER auf Grund seiner neuen Anschauungen Formeln für die Salizylsäure und ihr Umwandlungsprodukt mit Phosphorpentachlorid ab, das er als „Trichlorophosphate de Salicyle" bezeichnet. Ich verschiebe die Besprechung dieser Formeln, bis ich die Reaktionen selbst dargelegt habe und wende mich der ausführlichen englischen Abhandlung COUPER's über eine neue chemische Theorie zu. Die französische Bearbeitung dieser Abhandlung, die in den Annales de chimie et de physique bald darauf erschien, rührt von COUPER selbst her und ist von ihm mit Zusätzen versehen.

Beide Abhandlungen eröffnen uns einen weit tieferen Einblick in COUPER's Gedankenarbeit. Sie zeigen uns, wie mächtig in ihm seine philosophische Vorbildung nachwirkte. Er entwickelt in der Einleitung in allgemeiner Weise die Ansprüche, die man an jede Theorie stellen müsse. An die Spitze seiner englischen Abhandlung stellt er die beiden Sätze: „The end of chemistry is its theory. The guide in chemical research is a theory," die er in der französischen Abhandlung folgendermaßen übersetzt: „L'étude de la chimie doit avoir pour but l'établissement de la théorie de cette science; une théorie elle-même est un guide qui nous conduit dans les recherches chimiques."

Darauf kritisiert COUPER die zur damaligen Zeit herrschenden chemischen Theorien, vor allen GERHARDT's Typentheorie, als die wichtigste, aber auch die Radikal- und die Paarlingstheorie, die er alle verwirft. Der Typentheorie wirft er vor, daß in die Typen die Peroxyde nicht paßten. GERHARDT's Typen seien, wie er selbst sage, Doppelzersetzungstypen, aber als Doppelzersetzung könne man Vorgänge, wie die Bildung von Schwefel-



säure aus ihrem Anhydrid und Wasser nicht auffassen. Die multiplen Wassertypen existierten nur in der Phantasie GERHARDT's.

Hierauf untersucht COUPER, inwieweit sich die GERHARDT'sche Typentheorie im Einklang mit den Grundforderungen der Philosophie befindet, die von ihr verlangen, daß sie eine möglichst große Anzahl von Tatsachen auf eine möglichst einfache Weise erklärt. Zweitens muß man prüfen, ob sie die Tatsachen überhaupt erklärt und drittens wenn dies der Fall ist, wie sie die Tatsachen erklärt.

Diese drei Fragen beantwortet COUPER dahin, daß die GERHARDT'sche Typentheorie zwar von einem gewissen Standpunkt aus jede chemische Verbindung mit jeder anderen chemischen Verbindung vergleicht, daß sie aber die Tatsachen überhaupt nicht erklärt, womit natürlich das „Wie" der Erklärung gegenstandslos wird.

Die sarkastische Ader COUPER's tritt dann in einer merkwürdigen Parallele zutage, die er zieht, um die Typentheorie ad absurdum zu führen. „Suppose that some one were to systematize the formation of letters into words that formed the contents of a book. Were he to begin by saying that he had discovered a certain word which would serve as a type, and from which by substitution and double decomposition all the others are to be derived, — that he, by this means, not only could form new words, but new books, and books almost ad infinitum, — that this word also formed an admirable point of comparison with all the others, — that in all this there were only a few difficulties, but that these might be ingeniously overcome, — he would state certainly an empirical truth. At the same time, however, his methode would, judged by the light of common sense, be an absurdity. But a principle which common sense brands with absurdity, is philosophically false and a scientific blunder."

Als eine Errungenschaft seiner eingehenden philosophischen Universitätsstudien haben wir folgende Betrachtungen anzusehen: Die unfehlbare Methode die Wahrheit zu finden besteht darin, jede Verallgemeinerung beiseite zu schieben, auf die einfachsten Prinzipien zurückzugehen und sich durch diese allein leiten zu lassen. Um den Bau der Worte zu studieren muß man auf die Buchstaben zurückgehen. Die Mathematik geht nicht von Verallgemeinerungen aus, sondern von Axiomen. Der Metaphysik hat DESCARTES den Weg zum Fortschritt gebahnt, indem er durch die analytische Methode zu einer Urmaterie geführt wurde, deren Kräfte er untersuchte und von da aus zur Synthese überging. Dagegen bedeutet die Verallgemeinerung GERHARDT's einen Verzicht auf die Erkenntnis des molekularen Baues der chemischen Verbindungen.

Weniger eingehend bespricht COUPER die Radikal- und die Paarlings-

theorie: Die Radikaltheorie schreibt den Radikalen den Charakter von Elementen, von letzten Kräften zu, sie hält also gerade an dem Punkt ein, wo man wissenschaftliche Aufklärung verlangt. Die Theorie der gepaarten Substanzen zerlegt die chemischen Verbindungen womöglich in zwei Teile, ohne Auskunft über die Kraft zu geben, die diese Teile zusammenhält.

Es ist nicht zu verkennen, daß es für COUPER eine philosophische Forderung ist bei der Erklärung des molekularen Baues der chemischen Verbindungen bis auf die chemischen Elemente zurückzugehen, aus denen sie zusammengesetzt sind, mit deren Eigenschaften und Funktionen man sich in allererster Linie vertraut machen muß. Die ganze Chemie, sagt COUPER, muß einheitlich aufgefaßt werden, die allen Elementen gemeinsamen und jedem einzelnen eigentümlichen Eigenschaften müssen bestimmt werden. In jeder bekannten chemischen Verbindung hat man sich über die Eigenschaften und Beziehungen jedes in ihr enthaltenen Elementes Rechenschaft zu geben.

Nach dieser philosophischen Einleitung entwickelt COUPER seine Theorie, einzelne Punkte eingehender, wie in der kurzen Mitteilung in den Comptes rendus de l'Académie des sciences begründend. Nirgends tritt uns der Gegensatz in der Denkweise zwischen COUPER und KEKULÉ schärfer entgegen als in der philosophischen Begründung, die COUPER seiner neuen Theorie unter Verwerfung der GERHARDT'schen Typentheorie, der Radikaltheorie und der Paarlingstheorie verleiht. KEKULÉ entwickelte bekanntlich seine Valenztheorie ohne den Zusammenhang mit der Typentheorie und der Radikaltheorie zu zerreißen, als die der GERHARDT'schen Typentheorie zugrunde liegende Idee, wie er sich ausdrückt, in bewußter unmittelbarer Weiterbildung der DALTON'schen Atomtheorie.

COUPER'S ausführliche französische Abhandlung rief den Widerspruch von ALEXANDER BUTLEROW hervor. In einer Abhandlung in LIEBIG'S Annalen [1]) betitelt: „Bemerkungen über A. S. COUPER'S neue chemische Therorie" mißbilligt er den Satz COUPER'S „Die Aufstellung einer Theorie ist der Zweck wissenschaftlicher Untersuchungen." Diese Übersetzung BUTLEROW'S ist nicht ganz genau, der französische Satz lautet: „L'étude de la chimie doit avoir pour but l'établissement de la théorie de cette science." Die englische Abhandlung in dem Philosophical Magazin, die BUTLEROW nicht gekannt zu haben scheint, beginnt wie oben schon erwähnt, mit dem Satze: „The end of chemistry is its theorie." „Meiner Ansicht nach" — sagt BUTLEROW — „ist die Ausbildung einer Theorie die notwendige Folge vorhergegangener Untersuchungen, der Zweck aber ist eher

1) **110**, 51–66 Heft I, ausgegeben den 16. April 1859.



die Kenntnis der Gesetze, nach welchen chemische Metamorphosen vor sich gehen.“ Daß die chemischen Untersuchungen uns Gesetze kennen lehren sollen, hätte COUPER gewiß nicht bestritten. Allein die Gesetze müssen erklärt werden. Dazu bedarf es der Hypothesen, der Theorie. Das Endziel bleibt also doch die Aufstellung einer Theorie, die die Gesetze begreiflich macht, wie DALTON's Atomtheorie die Gesetze der konstanten Zusammensetzung und der unveränderlichen Verhältniszahlen.

Mir will es scheinen, als ob für BUTLEROW die hauptsächlichste Veranlassung sich mit COUPER's neuer Theorie zu beschäftigen darin lag, mitzuteilen, daß er schon neun Monate früher — seine Abhandlung ist Kasan 1/13 Dezember 1859 datiert — also Anfang März ähnliche theoretische Betrachtungen, wenn auch nicht durch Druck veröffentlicht, so doch Mitgliedern der chemischen Gesellschaft zu Paris vorgetragen habe. Ich lasse seine Betrachtung folgen: „Wenn man unter den Radikalen nur Reste versteht, welche ihre Konstitution in einer gewissen Anzahl der Reaktionen beibehalten, so können mit demselben Rechte, wie die organischen Gruppen und Elemente, auch die Reste HO_2 vom Typus $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O_2$ [1]), NH_2 vom Typus $\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N$ als Radikale betrachtet werden, und man könnte annehmen, daß sie ein Atom eines Elementes in verschiedenen Gruppen substituieren können. In diesem Sinne würde man zum Beispiel folgende Körper als zu einem und demselben Typus der Molekularstruktur gehörend ansehen:

$$C_2\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\\H\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}Cl\\H\\H\\H\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\H\\H\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\H\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}Cl\\Cl\\O\\O\end{matrix}\right.,$$

$$C_2\left\{\begin{matrix}O\\O\\O\\O\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}HO_2\\H\\H\\H\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}HO_2\\HO_2\\H\\H\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}HO_2\\H\\O\\O\end{matrix}\right., \quad C_2\left\{\begin{matrix}C_4H_3O_2\\C_4H_3O_2\\HO_2\\HO_2\end{matrix}\right.$$

usw., usw.

Aus diesen Formeln geht hervor, daß BUTLEROW damals noch ein Anhänger der kleinen Atom- oder Aequivalentgewichte für Kohlenstoff $C = 6$ und Sauerstoff $O = 8$ war; er war in dieser Hinsicht hinter KEKULÉ und soweit es den Kohlenstoff angeht auch hinter COUPER zurückgeblieben.

COUPER stellte für alle Kohlenstoffverbindungen, wie ich bereits besprach, zwei Typen auf, die COUPER am Anfang seiner ausführlichen Abhandlung noch mit $C = 6$ wie folgt formuliert:

1) „Wie es LAURENT annahm.“

$$n\,CM^4$$
$$n\,CM^4 - m\,M^2$$ 1)

Später geht er zu $C = 12$ mit folgender Begründung über: „There is no reaction found where it is known that C^2 is divided into two parts, it is only consequent therefore to write, with GERHARDT, C^2 simply as C, it being then understood that the equivalent of carbon is (12) twelve." Die beiden Typen nehmen dann die von COUPER in seiner kurzen Abhandlung in den Comptes rendus ausschließlich benutzte Form an:

$$n\,CM$$
$$n\,CM - m\,M^2$$

wo m kleiner als n ist.

Das Verständnis dieser beiden Formeln bereitete auch BUTLEROW Schwierigkeiten. Ich lasse seine Überlegung folgen:

„Setzt man in dem von COUPER vorgeschlagenen Ausdruck $n\,C_2\,M_4$ z. B. $n = 6$, so wird man $C_{12}H_{24}$ haben; die Grenze des Verbindungsvermögens für das complexe Kohlenstoffmolekül C_{12} ist aber M_{14} (allgemeiner Ausdruck $= C_{2n}\,M_{2n+2}$) 2).

„Will man die typische Formel von COUPER mit den Tatsachen in Übereinstimmung bringen, so muß man unter $n\,M_4$ Affinitätseinheiten verstehen und zu denselben die Affinität des Kohlenstoffs selbst (zwei Affinitätseinheiten für jedes Molekül C_2), außer der, die einem Moleküle C_2 gehört, mitrechnen." In dieser Auffassung von $n\,M_4$ stimme ich, wie ich weiter oben auseinandersetzte, ganz mit BUTLEROW überein. Macht man aber diese Annahme für den Typus $n\,C_2\,M_4$ ($= n\,C\,M_4$), so muß man sie auch bei dem zweiten Typus $n\,C_2M_4 - m\,M_2$ festhalten und das geschieht von BUTLEROW nicht, denn er sagt über diesen Typus folgendes: „Die zweite typische Formel $n\,C_2M_4 - m\,M_2$," ($n\,CM^4 - n\,M^2$), „wenn der Strich (—) das Zeichen der Verbindung vorstellen soll, wie in anderen Formeln von COUPER, stimmt mit den Tatsachen auch nicht überein; soll sie aber als $n\,C_2M_4 - m\,M_2$ verstanden werden, so bekommt man für $n = 7$, $m = 6$ z. B. $C_{14}H_{28} - 12\,H = C_{14}H_{16}$, das heißt eine Verbindung mit der möglichst großen Menge von Wasserstoff. — Die Verbindung $C_{12}\,H_6$ aber, ihre Homologen, Naphtalin usw., wo der Verbindungsgrad nicht der Formel $C_{2n}\,H_{2n+2}$, und sogar nicht der Proportion $C_{2n}H_{2n}$ entspricht, durch welche allgemeine Formeln sollen sie vorgestellt werden?"

1) Philos. Mag. (1858) **16**, 111 Zeile 14 von oben steht irrtümlich: $n\,C^2\,M^4 - m\,M$, statt $n\,C^2\,M^4 - m\,M^2$; vgl. auch Ann. chim. phys. (1858) [3] **53**, 480 Zeile 10 von oben.

2) BUTLEROW hat hier offenbar den allgemeinen Ausdruck: $C_n\,H_{2n+2}$ von KEKULÉ im Sinn.



Auch KEKULÉ mißverstand den Ausdruck, $n CM^4 - mM_2$, wie ich oben bereits zeigte. Zunächst bemerke ich, daß in der Formel der Strich (—) natürlich ein „minus" Zeichen und kein Bindestrich ist. Hält man daran fest, daß doch wohl der mit dem ersten Typus identische erste Posten des zweiten Typus dieselbe Bedeutung hat, wie dieser, also M Affinitätseinheit bedeutet, dann ist $n CM^4$ der Typus für alle gesättigten Kohlenstoffverbindungen auch in dem zweiten Typus. Sind dagegen $m M^2$ Affinitätseinheiten von $n CM^4$ abzuziehen, weil sie nicht gesättigt sind, so ist der Ausdruck

$$n CM^4 - m M^2$$

der Typus für die von uns als ungesättigt bezeichneten Kohlenstoffverbindungen. Auf diesen Typus lassen sich Benzol und Naphtalin, die von BUTLEROW gewählten Beispiele ohne Schwierigkeit zurückführen. Ist $n = 6$ und $m = 4$, so ist, wenn mit Kohlenstoff nur Wasserstoff verbunden ist:

$$n CM^4 - m M^2$$
$$C_6 H_{14} - 8 H = C_6 H_6 = \text{Benzol}.$$

Ist $n = 10$ und $m = 7$, so ist

$$n CM^4 - m M^2$$
$$C_{10} H_{22} - 14 H = C_{10} H_8 = \text{Naphtalin}.$$

In dem ersten von BUTLEROW fingierten Fall hätte man bei Annahme von $n=7$ und $m = 6$ für

$$n CM^4 - m M^2$$
$$(\text{oder } n C^2 M^4 - m M^2)$$

$$\text{nicht } C_7 H_{28} - 12 H = C_7 H_{16} \quad (\text{oder } C_{14} H_{28} - 12 H = C_{14} H_{16})$$
$$\text{sondern } C_7 H_{16} - 12 H = C_7 H_4 \quad (\text{oder } C_{14} H_{16} - 12 H = C_{14} H_4).$$

Das wäre eine Formel, in der 7 C oder 7 C^2 durch 12 Kohlenstoffaffinitäten vereinigt sind, so daß nur 4 Affinitäten zur Bindung von Wasserstoff übrig bleiben.

Am schwierigsten in der Abhandlung ist die Betrachtung COUPER'S zu verstehen, aus der er schließt, daß das Aequivalent oder das Atom, oder Molekül — er unterscheidet nicht zwischen diesen Ausdrücken — des Sauerstoffes gleich 8 und nicht 16 angenommen werden müsse. Mir will es scheinen, als ob COUPER bei den von ihm behandelten Sauerstoffsäurehydraten und ihren Salzen noch in der alten BERZELIUS'schen Theorie befangen zwei elektrisch entgegengesetzte sauerstoffhaltige Bestandteile annimmt. Er stellt sich ein Sauerstoffsäurehydrat aus dem Säureanhydrid und Wasser zusammengesetzt vor. Bei der Salzbildung aus Säurehydrat und



basischem Oxydhydrat tauscht nach seiner Meinung nicht der Wasserstoff der Säure mit dem Metall des basischen Oxydhydrates den Platz, sondern der Wasserstoff nimmt ein Sauerstoffatom aus der Säure mit und das Metall führt ein Sauerstoffatom aus dem basischen Oxydhydrat in das Salz ein. Das Sauerstoffatom des Säureradikals, mit dem sich das mit dem Metall verbundene Sauerstoffatom vereinigt, ist negativ, letzteres durch die Verbindung mit dem Metall positiv elektrisch. Die Umsetzung kann eintreten, weil die Verwandtschaft zwischen dem positiven und negativen Sauerstoff geringer ist als die Verwandtschaft zwischen Metall und Sauerstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, Säurerest und Sauerstoff. „A consequence of this truth is, that it is impossible to double the equivalent of oxygen, if the chemical equivalents are to be understood as not being in direct contradiction to any chemical truth or essential feature in the properties of an element. Carbon differs entirely in this respect from oxygen."

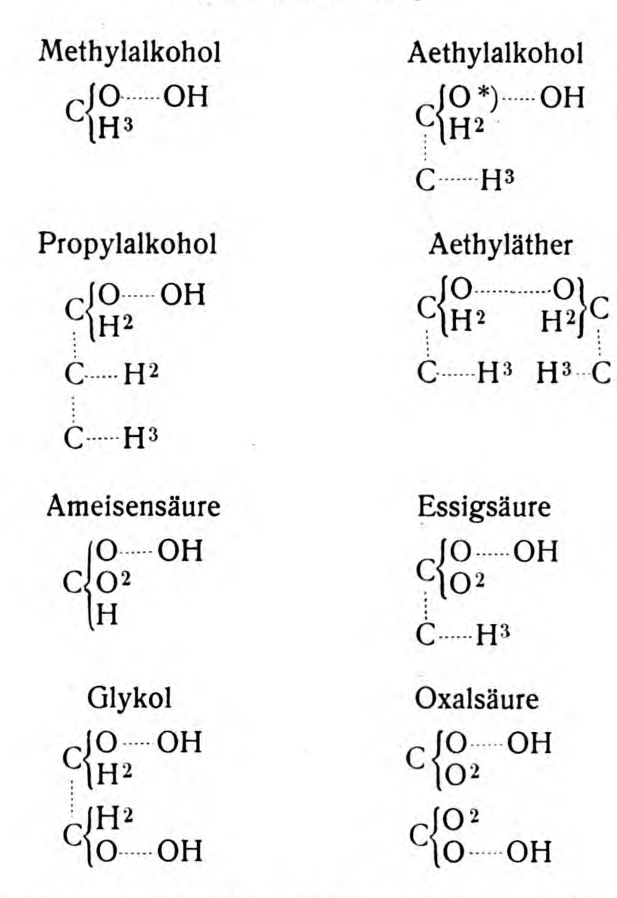
Wenn COUPER der GERHARDT'schen Typentheorie nicht so von Grund aus abgeneigt gegenübergestanden hätte, so wäre er wohl von diesen unhaltbaren Ansichten los gekommen.

Schon BUTLEROW fand dieses Festhalten COUPER's am Äquivalentgewicht 8 für Sauerstoff nicht begründet. COUPER's Vorstellung von der doppelten Zersetzung stellt BUTLEROW die KEKULÉ'sche Anschauung gegenüber, nach der sich die miteinander umsetzenden „Moleküle im ersten Moment" der Reaktion aneinander lagern und das entstandene Ganze dann wieder in neuer Richtung sich spaltet.

Die in den drei Abhandlungen von COUPER für einige Kohlenstoffverbindungen gegebenen Beispiele von Konstitutionsformeln zeigen einige Unterschiede in der Schreibweise. In der ersten kurzen Abhandlung in den Compt. rend. sind zur Veranschaulichung der Bindungen Punktlinien verwendet und Klammern. Auch in den Formeln der ausführlichen Abhandlung in den Ann. chim. phys. kommen noch Klammern zur Verwendung, während die Punktlinien durch Striche ersetzt sind. In dem Gebrauch der Klammern haben wir wohl ein Zugeständnis an die durch GERHARDT an die Klammern gewöhnten französischen und deutschen Chemiker zu sehen. Die englische Abhandlung in den Phil. Mag. behält in den Formeln die Punktlinien bei unter völligem Verzicht auf die Klammern.

Ich setze zunächst COUPER's Konstitutionsformeln für Sauerstoff enthaltende Kohlenstoffverbindungen aus der Compt. rend.-Abhandlung hierher, bei denen er stets C = 12 und O = 8 annimmt. Die Formeln für Salizylsäure und ihr mit Phosphorpentachlorid gewonnenes Umwandlungsprodukt lasse ich beiseite, da sie im nächsten Abschnitt eingehend zu erörtern sind:





„ou, si l'on veut réunir l'oxygène négatif à l'un des pôles de la molécule, par la formule."

$$
\begin{array}{l}
C\begin{cases} O^2 \dagger) \\ O^2 \end{cases} \\
\vdots \\
C\begin{cases} O \cdots OH \\ O \cdots OH \end{cases}
\end{array}
$$

In den beiden ausführlichen Abhandlungen gibt Couper zunächst eine ganze Anzahl von Konstitutionsformeln mit C = 6, die ich übergehe. Dann entwickelt er, daß C = 12 zu setzen sei, behält aber wie ich oben mehrfach darlegte O = 8 bei. Ich stelle den in den Ann. chim. phys. gebrauchten Formeln, die in den Phil. Mag. verwendeten gegenüber und die Formeln, die man unter Annahme von O = 16 erhält. Während sich Couper in der Compt. rend. Abhandlung mit ganz einfachen Beispielen begnügte, zieht er in den beiden ausführlichen Abhandlungen verwickelter zusammengesetzte Substanzen in den Kreis seiner Formulierungen.

---

*) Das erste O ist in der Compt. rend.-Abhandlung irrtümlich weggelassen.
†) Statt „C^2" in der Compt. rend.-Abhandlung muß es „O^2" heißen.

Propylalkohol.

„ C O—OH	C···O···OH	C···OH
H^2	···H^2	···H^2
C—H^2	C···H^2	C···H^2
C—H^3	C···H^3	C···H^3

Butylalkohol.

C O—OH	C···O···OH	C···OH
H^2	···H^2	···H^2
C—H^2	C···H^2	C···H^2
C—H^2	C···H^2	C···H^2
C—H^3	C···H^3	C···H^3

Butyläthyläther.

C O——O C	···O···O···	···O···
H^2 H^2	C···H^2 H^2···C	C··H^2 H^2··C
C—H^2 H^3—C	C···H^2 H^3···C	C··H^2 H^3··C
C—H^2	C···H^2	C···H^2
C—H^3	C···H^3	C···H^3

Ameisensäure.

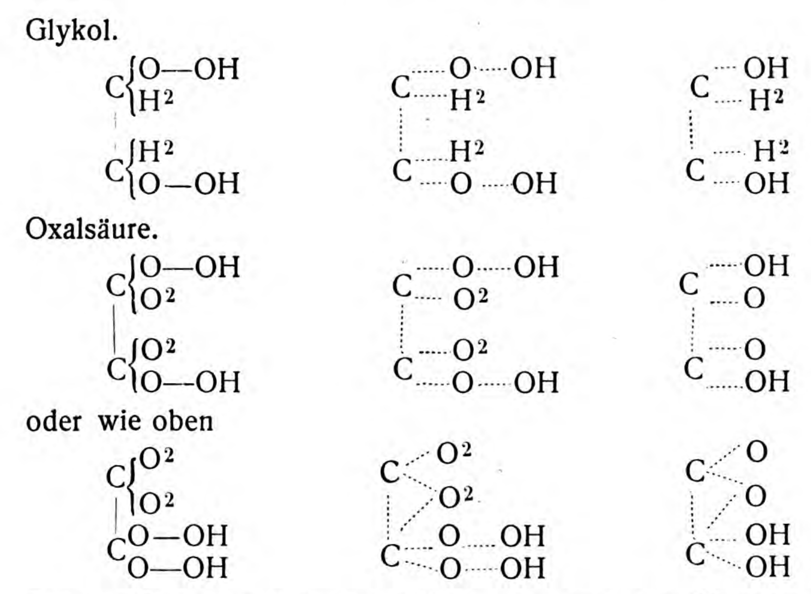
O—OH	···O···OH	···OH
C O^2	C···O^2	C···O
H	···H	···H

Essigsäure.

C O—OH	···O···OH	···OH
O^2	C···O^2	C···O
C—H^3	C···H^3	C···H^3

Propionsäure.

C O—OH	···O···OH	···OH
O^2	C···O^2	C···O
C—H^2	C···H^2	C···H^2
C—H^3	C···H^3	C···H^3



Für die Oxalsäure hat demnach COUPER auch eine Konstitutionsformel in Betracht gezogen, in der die beiden (···· O ···· OH) Gruppen an ein und demselben Kohlenstoffatom stehen.

Während mit Ausnahme dieser letzteren Formel COUPERS Formeln, wie die Zusammenstellung zeigt, bei Annahme von O = 16 unmittelbar in unsere heutigen Konstitutionsformeln übergehen, hatte er bei der Formulierung von Glyzerin und Glyzerinsäure eine weniger glückliche Hand.

Glycerin.

$C\begin{cases}O—OH\\O—OH\\H\end{cases}$	C ···· O ···· OH, ···· O ···· OH, ···· H	C ···· OH, ···· OH, ···· H
C—H	C ···· H^2	C ···· H^2
$C\begin{cases}H^2\\O—OH\end{cases}$	C ···· H^2, ···· O ···· OH	C ···· H^2, ···· OH

Glycerinsäure.

$C\begin{cases}H\\O—OH\\O—OH\end{cases}$	C ···· H, ···· O ···· OH, ···· O ···· OH	C ···· H, ···· OH, ···· OH
C—H^2	C ···· H^2	C ···· H^2
$C\begin{cases}O^2\\O—OH\end{cases}$	C ···· O^2, ···· O ···· OH	C ···· O, ···· OH

„Glucose has been perhaps too little investigated to afford data sufficent to determine definitely its formula. Taking, however mucic and saccharic acids as starting-points, these bodies may be mean — while represented as" —



Schleimsäure und Zuckersäure.

„ C{H, O—OH, H	C ⋯ H, O ⋯ OH, H	C ⋯ H, OH, H
C{O—OH, H	C ⋯ O ⋯ OH, H	C ⋯ OH, H
C{O—OH, H	C ⋯ O ⋯ OH, H	C ⋯ OH, H
C—O—OH*)	C ⋯	C ⋯ OH
> O²	⋯ O²	⋯ O
C	C ⋯ O²	C ⋯ O
> O²		
C—OH, —OH	C ⋯ O ⋯ OH, O ⋯ OH	C ⋯ OH, OH

Die Unrichtigkeit dieser Formel ist wesentlich der auf die Schleimsäure und Zuckersäure übertragenen zweiten Formulierungsmöglichkeit der Oxalsäure zuzuschreiben, mit den zwei sauren Wasserresten an ein und demselben Kohlenstoff. Dagegen ist die Glukose-Formel richtig, wenn man die Aldehydgruppe — C H O durch Wasseranlagerung in die Gruppe — C (H, OH, OH) umgewandelt denkt.

Glukose.

C{H, O—OH, H	C ⋯ H **), O ⋯ OH, H	C ⋯ H, OH, H
C{O—OH, H	C ⋯ O ⋯ OH, H	C ⋯ OH, H
C{O—OH, H	C ⋯ O ⋯ OH, H	C ⋯ OH, H
C{O—OH, H	C ⋯ O ⋯ OH, H	C ⋯ OH, H
C{O—OH, H	C ⋯ O ⋯ OH, H	C ⋯ OH, H
C{O—OH, O—OH†), H	C ⋯ O ⋯ OH, H, O ⋯ OH	C ⋯ OH, H, OH

*) Statt „—O“ muß es in der Abhandlung „—O—OH“ heißen.

**) Statt „—H“ muß es in der Abhandlung „—O—OH“ heißen.

†) In dieser Formel sind die 6 Kohlenstoffatome durch Punktlinien zu verbinden, die in der Abhandlung fehlen.

COUPER's Formel der Weinsäure wird, wenn wir O = 16 setzen identisch mit unserer Strukturformel dieser Säure, da hier COUPER die sauren Wasserreste auf die endständigen Kohlenstoffatome verteilt.

Weinsäure.

„ C{O—OH, O²} ... C ⋯ O ⋯ OH, ⋯ O² ... C ⋯ OH, ⋯ O

C{H, O—OH} ... C ⋯ H, ⋯ O ⋯ OH ... C ⋯ H, ⋯ OH

C{O—OH, H} ... C ⋯ O ⋯ OH, ⋯ H ... C ⋯ OH, ⋯ H

C{O₂, O—OH} ... C ⋯ O², ⋯ O ⋯ OH" ... C ⋯ O, ⋯ OH

Der aus der Weinsäure durch Abspaltung von Wasser in der Hitze entstandenen Tartrelsäure legt COUPER folgende Formel bei:

Tartrelsäure.

„ C{O—OH, O²} ... C ⋯ O ⋯ OH, ⋯ O² ... C ⋯ OH, ⋯ O

C{H} ... C ⋯ H ... C ⋯ H

$>$ O² ... O² ... O

C{H} ... C ⋯ H ... C ⋯ H

C{O², O—OH} ... C ⋯ O², ⋯ O ⋯ OH" ... C ⋯ O, ⋯ OH

Alle diese Verbindungen gehören nach COUPER zu dem Typus $n\,C\,M^4$.

Am Schlusse seiner Abhandlung in den Phil. Mag. spricht COUPER die Absicht aus, in einer späteren Mitteilung den zweiten Typus ($n\,C\,M^4 - m\,M^2$) zu behandeln, und seine Betrachtungen auf die Cyanverbindungen anzuwenden. Seine Abhandlung in den Ann. chim. phys. schließt mit der Formulierung der Blausäure, der Cyansäure und der Cyanursäure, in deren Formel er zweiwertigen Kohlenstoff verwendet, wie aus der Formel der Cyanursäure besonders klar hervorgeht:

Blausäure $\left.\begin{matrix} H \\ C \end{matrix}\right\}$ Az

Cyansäure $\left.\begin{matrix} HO - O \\ C \end{matrix}\right\}$ Az, oder mit O = 16: $\left.\begin{matrix} HO \\ C \end{matrix}\right\}$ Az

Cyanursäure HO — O — Az — C — Az—O—OH
| |
C — Az {C, O—OH}

```
                  HO — Az — C — Az — OH
                       |          |
oder mit O = 16        C — Az — C
                            |
                            OH
```

In der Cynanursäure nimmt alro COUPER die drei Kohlenstoffatome und die drei Stickstoffatome miteinander abwechseld in ringförmiger Bindung an.

Mit seiner Schreibweise der Formeln hatte COUPER einen wichtigen Schritt vorwärts getan. Seine Formeln vermittelten in der Tat in einfacher und übersichtlicher Weise seine Vorstellungen von der gegenseitigen Bindung der Atome in den Molekülen der chemischen Verbindungen. KEKULÉ behalf sich, so darf man wohl sagen, damals noch mit Typenformeln. Wenn auch seine Vorstellungen nicht weniger klar waren als die von COUPER, so waren doch die von ihm gebrauchten Formeln noch ganz in der Typentheorie befangen. Glykolsäure, schrieb er, sie vom zweifachen Typus Wasser ableitend:

$$\left.\begin{matrix} H \\ \Theta^2 \overset{\prime\prime}{H^2}\Theta \end{matrix}\right\}\Theta \quad \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\}\Theta$$

COUPER würde die Glykolsäure, das beweist seine Weinsäureformel folgendermaßen geschrieben haben:

```
C ..... O ..... OH
  ..... O²
C ..... O ..... OH
  ..... H²
```

Aus dieser Formel geht bei Annahme von O = 16 unsere Strukturformel der Glykolsäure hervor:

```
C —— OH
  —— O
|
C —— OH
  —— H²
```

Erst im Frühjahr 1859 gab KEKULÉ in der ersten Lieferung seines Lehrbuches in einigen Anmerkungen von der Aneinanderlagerung der Atome in den chemischen Verbindungen die bekannte graphische Darstellung, indem er die Basicität der Atome durch die verschiedene Größe ihrer Symbole veranschaulicht. „Ein Größenunterschied," fügt KEKULÉ ausdrücklich hinzu, „der also nicht etwa Verschiedenheit der wirklichen Größe der Atome ausdrücken soll, der vielmehr nur die Anzahl der chemischen Einheiten, welche ein Atom repräsentiert, also die Anzahl der Wasserstoffatome, denen es äquivalent ist, darstellt.".

Butlerow's Bemerkungen über Couper's neue chemische Theorie haben wir bereits kennen gelernt. Noch vor ihm, unmittelbar nach der Veröffentlichung der ausführlichen Abhandlung Couper's in den Ann. chim phys. hatte sich Wurtz in seiner damals neu begründeten Zeitschrift für Berichte über die chemische Tagesliteratur, im ersten Heft des Répertoire de chimie pure et appliquée, sowohl über Kekulé's Abhandlung: „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs" [1]) als „Über eine neue chemische Theorie" [2]) von Couper ausgesprochen. Bei der angesehenen Stellung von Ad. Wurtz und bei seinen Beziehungen zu Couper verdienen seine kritischen Ausführungen unsere besondere Beachtung. Einer kurzen Inhaltsangabe folgt ein Versuch, Couper's Annahme von $O = 8$ zu bekämpfen; denn „Cette théorie électrochimique d'un nouveau genre aurait besoin de s'appuyer sur quelques faits."

Trotzdem fehlt es nicht an einem Wort der Anerkennung bei Wurtz: „Je dois faire remarquer encore que les idées énoncées par M. Couper et qui me paraissent ingénieuses et acceptables, si on les dégage de certaines hypothèses accessoires et de quelques nuages qui en enveloppent l'exposition, ne sont nullement en contradiction avec la doctrine des radicaux, et même avec cette des types moléculaires contre lesquelles l'auteur a cru devoir rompre une lance."

Wurtz schließt seinen Bericht mit folgendem Urteil: „En général, je trouve les formules de M. Couper trop arbitraires, trop éloignées de l'expérience. Par nos formules rationnelles nous n'avons pas la prétention de représenter la constitution intime des combinaisons. Ces formules ne représentent que les métamorphoses, c'est-à-dire des faits accessibles à l'expérience et démontrés par elle. Voilà leur avantage. Dans les formules de M. Couper, au contraire, la place de chaque atome se trouve marquée, non seulement par le pouvoir basique des éléments, mais encore par je ne sais quelle attraction électrique ou polaire. C'est trop d'hypothèses, et l'on a tort de nous présenter toutes ses choses comme la loi et les prophètes. A cet égard, M. Kekulé, qui me parait avoir mieux compris le sens et la portée des idées, qu'il a énoncées le premier, a dit sagement à la fin de son Mémoire: ' Pour mon compte, je n'attache qu'une importance secondaire à des considérations de cet ordre-là.'"

Hier hätte Ad. Wurtz die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen sollen festzustellen, daß ihm Couper das Manuskript zu der Compt. rend.-Abhandlung „Über eine neue chemische Theorie" zu einer Zeit übergeben hatte, als Kekulé's Abhandlung in Liebig's Annalen noch nicht erschienen war.

Hören wir noch, wie Wurtz sich einige Jahre später über Formeln

1) Rép. 20—24. 2) Rép. 49—25.

äußert, in denen wie von COUPER zuerst vorgeschlagen worden war, die Beziehungen der eine Verbindung zusammensetzenden Atome durch Bindungsstriche zur Anschauung gebracht sind. In seinem Werke: „La Théorie atomique", Livre II „Atomicité ou valence des atomes dans les combinaisons", spricht WURTZ eingehend über die Verteilung der Wasserstoffatome im Aethan und sagt dann: „Telle est la signification de la formule:

$$H^3C—CH^3 = \begin{array}{c} \;\;\;H\;\;\;H \\ H—C—C—H \\ \;\;\;H\;\;\;H \end{array}$$

dans laquelle cet échange d'unités de saturation est marqué par les traits qui séparent les lettres." Dazu die Anmerkung: „Cette notation généralement usitée aujourd'hui a été employée pour la première fois dans les leçons que j'ai faites au Collège de France pendant l'été de 1863, et qui ont été publiées d'abord dans le *„Moniteur scientifique"* de Dr. Quesneville, et plus tard sous le titre: „Leçons de philosophie chimique", Hachette, 1864. Je renvoie à cet égard aux pages 140, 143, 145, 158 et 182 de cet opuscule."

Als WURTZ diese Zeilen niederschrieb, hatte er offenbar die von ihm als zu phantastisch verurteilten Formeln in COUPER's Abhandlung aus dem Gedächtnis verloren [1]).

BUTLEROW, der andere Kritiker COUPER's, äußerte sich 1868, also fast 10 Jahre später noch einmal über COUPER, nachdem die organische Chemie sich unter dem Einfluß der Valenztheorie so mächtig entfaltet hatte, und jetzt voller Anerkennung.

„Daß ferner die von COUPER (leider nur kurz) ausgesprochenen Ansichten mit den jetzt fast allgemein anerkannten identisch sind, verneine ich nicht, und sicher sind die von COUPER gegebenen Formeln rationelle Formeln im gegenwärtigen Sinne des Wortes, d. h. Constitutionsformeln oder Formeln chemischer Struktur" [2]).

Ich fasse die Ergebnisse zusammen: Es steht fest, daß KEKULÉ die Hypothese von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms und die Verkettung der Kohlenstoffatome früher aussprach als COUPER. Im Gegensatz zu KEKULÉ stellte COUPER den Begriff der Gradverwandtschaft bei den chemischen Elementen auf und erläuterte ihn am Beispiel des Kohlenoxyds und der Kohlensäure. In ersterem nahm er den Kohlenstoff zweiwertig, in letzterem vierwertig an und damit einen Wechsel der Atomigkeit, Wertigkeit oder Valenz.

In seinen Vorträgen „über die Entwickelungsgeschichte der Chemie

1) Vgl. auch ERNST VON MEYER's: „Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart." 1889 Leipzig, VEIT & Co. S. 270 Anm. 3).

2) LIEBIG's Annalen **146**, 260 Heft II, ausgegeben am 6. Mai 1868.

in den letzten hundert Jahren“ sprach sich 1869 ALBERT LADENBURG über die Formeln COUPER's folgendermaßen aus:[1])

„Hier begegnen wir zum ersten Male Konstitutionsformeln im heutigen Sinne des Worts, Symbolen, welche aus der Erkenntnis der Atomigkeit der Elemente hervorgegangen sind.“ Und etwas weiter unten: „Diese beiden Abhandlungen von KEKULÉ und COUPER bilden die Grundlagen unserer Anschauungen über den Aufbau der Verbindungen.“

Ebenso urteilt HERMANN KOPP 1873 in seinem gründlichen Werke: „Die Entwickelung der Chemie in der neueren Zeit“ über COUPER's Formeln: „Die Formeln, durch welche COUPER seine hierauf bezüglichen Vorstellungen ausdrückte:

$C\begin{cases} O\text{—}OH \\ H^3 \end{cases}$ z. B. für den Methyl-,

$C\begin{cases} O\text{—}OH \\ H^2 \end{cases}$
|
$C\text{—}H^3$ für den Aethylalkohol,

$C\begin{cases} O\text{—}OH \\ O^2 \end{cases}$
|
$C\text{—}H^3$ für die Essigsäure usw.:

sie waren bereits solche, wie sie als s. g. Strukturformeln weiter zu entwickeln und fester zu begründen viele Chemiker nachher als eine der ihrer Wissenschaft vorzugsweise gestellten Aufgaben betrachteten, viele jetzt es tun[2]).“

Ich schließe diesen Abschnitt mit einer Äußerung ERNST VON MEYER's in seiner 1889 zuerst erschienenen „Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart“: „Ferner legte COUPER großen Nachdruck auf die Fähigkeit der Kohlenstoffatome sich untereinander zu vereinigen und zwar so, daß ein Teil des ihnen eigenen Bindungsvermögens ausgeglichen wird. Diese Vereinigung von Atomen versinnlichte er durch Striche, welche zwischen den miteinander verbundenen Teilchen in den chemischen Symbolen angebracht wurden; er legte so den Grund zu den sogenannten Strukturformeln[3]).

COUPER's Untersuchungen über die Salizylsäure.

In der Sitzung vom 7. Juni 1858 wurde der französischen Akademie der Wissenschaften COUPER's zweite und letzte Experimentaluntersuchung vorgelegt[4]): „Recherches sur l'acide salicylique.“ Nach seiner Angabe unternahm er diese Arbeit, um einiges Licht auf die Streitfrage nach der Konstitution und auf die Basizität der Salizylsäure zu werfen, ein Thema an dem bereits einige Jahre vorher CHIOZZA im Laboratorium von CHARLES

1) S. 269 2) S. 829. 3) S. 270.
4) Compt. rend. **46**, 1107—1110.

GERHARDT und dieser selbst, sowie sein Schüler DRION gearbeitet hatten. Ohne daß COUPER es wußte, beschäftigten sich gleichzeitig KEKULÉ, sowie KOLBE in Gemeinschaft mit LAUTEMANN mit demselben Gegenstand. Verfolgt man diese Arbeiten, die sich damals die Aufklärung der Konstitution der Salizylsäure zum Ziel setzten, so sieht man GERHARDT, KEKULÉ und KOLBE neben COUPER die Salizylsäure formulieren und wir werden nicht darüber im Zweifel bleiben können, welcher dieser vier Forscher am kühnsten und erfolgreichsten in dieses Gebiet eingedrungen ist.

Wahrscheinlich von GERHARDT veranlaßt, prüfte CHIOZZA 1852 die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Gaultheriaöl [1]), das damals allgemein als Ausgangsmaterial zur Gewinnung der Salizylsäure diente. CHIOZZA fand, daß bei der Destillation des Reaktionsproduktes eine Flüssigkeit entsteht, die sich wie ein Säurechlorid verhält und beim Behandeln mit Wasser in Chlorbenzoësäure übergeht.

GERHARDT's bald darauf folgende Abhandlung [2]) führt uns zunächst in das Problem ein, wie es sich den damaligen Chemikern darbot; es war elf Jahre vor Aufstellung der Benzoltheorie KEKULÉ's. Die erste Anomalie findet GERHARDT in dem Verhalten der Salizylsäureäther gegen Basen, mit denen sie wohl gekennzeichnete Metallsalze bilden. Eine zweite Anomalie der Salizylsäureäther sei ihr Verhalten gegen Chlor und Brom, das nicht zu einer Substitution in den Alkoholresten, sondern zu Äthern der Chlor- und Bromsalizylsäure führe.

Erst formuliert GERHARDT das „salicylate de méthyle (huile de gaultheria)“ ähnlich wie das salizylsaure Silber:

$$\left.\begin{matrix} C^7H^5O^2 \\ CH_3 \end{matrix}\right\} O \qquad \left.\begin{matrix} C^7H^5O^2 \\ Ag \end{matrix}\right\} O$$

Die erste der obigen Anomalien, und nur diese ist hier für uns von Bedeutung, veranlaßt GERHARDT die Äther der Salizylsäure nicht aufzufassen „comme une molécule d'eau dont 2 atomes d'hydrogène étaient remplacés l'un par du salicyle et l'autre par du méthyle ou d'éthyle,“ sondern „comme une molécule d'eau dont 1 atome d'hydrogène seulement était remplacé par le groupe méthylsalicyle ou éthylsalicyle, c'est-à-dire par du salicyle contenant déjà lui même du méthyle ou de l'éthyle en substitution à de l'hydrogène:

$$\left.\begin{matrix} C^7H^4(CH^3)O^2 \\ H \end{matrix}\right\} O \quad \text{hydrate de méthylsalicyle}$$

$$\left.\begin{matrix} C^7H^4(C^2H^5)O^2 \\ H \end{matrix}\right\} O \quad \text{hydrate d'éthylsalicyle.“}$$

1) Compt. rend. **34**, 850—851, séance du lundi 31 Mai 1852.
2) Compt. rend. **38**, 32—34, séance du lundi 9 Janvier 1854.



Dementsprechend gibt er dem Kaliumsalz des Gaultheriaöls die Formel und den Namen

$$"\left.\begin{matrix} C^7H^4(CH^3)O^2 \\ K \end{matrix}\right\} O \quad \text{Oxyde de potasse et de méthylsalicyle."}$$

„L'Expérience", sagt GERHARDT, „a pleinement justifié mes présomptions. Rien n'est plus facile, en effet, que d'ethérifier les éthers salicyliques, comme on éthérifie l'alcool ou l'esprit-de-bois." Denn mit Benzoylchlorid behandelt, gehen die Salizylsäureäther in die entsprechenden Benzoylderivate über:

$$„\left.\begin{matrix} C^7H^4(CH)^3O^2 \\ C^7H^5O \end{matrix}\right\} O \quad \text{benzoate de méthylsalicyle, ou oxyde de benzoïle et de méthylsalicyle}$$

$$\left.\begin{matrix} C^7H^4(C^2H^5)O^2 \\ C^7H^5O \end{matrix}\right\} O \quad \text{benzoate d'éthylsalicyle, ou oxyde de benzoïle et d'éthylsalicyle."}$$

Um das „chlorure de méthylsalicyle" zu erhalten, unterwirft GERHARDT das Gaultheriaöl der Einwirkung von Phosphorpentachlorid. Allein zu seiner Überraschung erhält er nach einer sehr lebhaften Einwirkung sowohl aus dem Methyl- als aus dem Äthyläther der Salizylsäure ein neues Chlorür, das „chlorure de salicyle"

$$\left.\begin{matrix} C^7H^5O^2 \\ Cl \end{matrix}\right\} "$$

Offenbar hat GERHARDT das Reaktionsprodukt nicht destilliert, wie CHIOZZA, sondern auf seine Natur nur einen Schluß aus dem Verhalten gegen Methyl- und Äthylalkohol gezogen, mit denen es in die Äther der Salizylsäure zurückverwandelt wird. Die Abhandlung von CHIOZZA wird übrigens von GERHARDT weder zitiert, noch werden die darin enthaltenen Angaben erörtert.

GERHARDT's Schüler DRION dehnte die Versuche GERHARDT's über die Salizylsäureäther weiter aus [1]). Uns sind hier nur seine Erfahrungen über die Darstellung des „chlorure de salicyle" wichtig, die er etwas genauer als GERHARDT beschreibt: „Le chlorure de salicyle que j'emploie pour la préparation du salicylate d'amyle a été obtenu, pour la première fois, par M. GERHARDT, en faisant agir le perchlorure de phosphore sur l'huile de gaulthéria. Dans cette réaction remarquable, il ne se forment que des traces d'oxychlorure de phosphore; mais il se dégage beaucoup d'acide chlorhydrique, et j'ai constaté également la production abondante de chlorure de méthyle. Le chlorure de salicyle peut être chauffé jusque vers 200 degrés sans se décomposer mais on ne peut le distiller.

„Dans le but de l'obtenir pur, j'ai cherché à le distiller sous une

---

1) Compt. rend. **39**, 122—125, séance du lundi 10 Juillet 1854.



pression moindre que celle de l'atmosphère. Bientôt d'abondantes fumées d'acide chlorhydrique sont sorties de la pompe et m'on contraint de renoncer à l'emploi de cet appareil. J'ai continué la distillation sous la pression atmosphérique, et j'ai recueilli dans le récipient un liquide fumant, présentant tous les caractères des chlorures organiques."

Mit Wasser zersetzt, lieferte das Destillat ein Gemisch von Salizylsäure und Chlorbenzoësäure. Daraus schließt DRION, daß bei der Zersetzung des „chlorure de salicyle" das „chlorure de chlorobenzoïle C^7H^4ClO, Cl" entsteht. „Il avait été obtenu déjà par M. CHIOZZA en faisant agir le perchlorure de phosphore sur l'acide salicylique."

Ich fasse die in GERHARDT's Laboratorium von CHIOZZA, ihm und DRION über die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Gaultheriaöl gesammelten Beobachtungen zusammen. Die heftige Reaktion der beiden Substanzen erfolgt unter Entwicklung von Salzsäure und Chlormethyl; es bilden sich nur Spuren von Phosphoroxychlorid. Das Reaktionsprodukt undestilliert mit Methylalkohol behandelt, gibt Salizylsäuremethyläther und wird deshalb für Salizylsäurechlorid erklärt. Allein das vermeintliche Salizylsäurechlorid läßt sich weder unter gewöhnlichem noch unter vermindertem Druck unzersetzt destillieren. Das durch Destillation unter gewöhnlichem Druck gewonnene Produkt gibt mit Wasser Salizylsäure und Monochlorbenzoësäure und wird deshalb als ein Gemisch von Salizylsäurechlorid und Chlorbenzoylchlorid angesehen.

Rätselhaft blieb es, was aus dem Phosphoroxychlorid wurde, das bei der Umsetzung des Hydroxyls der Salizylsäure mit dem Phosphorpentachlorid entstehen mußte. Unverständlich war die Bildung des Chlorbenzoylchlorides aus dem vermeintlichen Salizylsäurechlorid. Dabei fehlte den meisten Behauptungen die analytische Grundlage.

Das Problem bot also Anreiz genug für einen so scharfsinnigen Forscher wie COUPER, um sich von neuem mit ihm zu beschäftigen.

Ich benutze zunächst nur COUPER's erste Abhandlung in den Compt. rend. [1]), in der er sich damit begnügt, empirische Molekularformeln, wie wir heute sagen würden, zu gebrauchen, unter Verwendung der Äquivalentgewichte $C = 6$ und $O = 8$. Die Ausführung und den Verlauf der Reaktion beschreibt er folgendermaßen: Man setzt Gaultheriaöl in kleinen Anteilen zu Phosphorpentachlorid im Verhältnis von einem Äquivalent des ersteren auf zwei Äquivalente des letzteren. Nach Beendigung der Reaktion, die ebenso bei Anwendung von Salizylsäure verläuft, destilliert man die Reaktionsmasse unter gewöhnlichem Druck. Nachdem eine Spur Phosphoroxychlorid und der Überschuß von Phosphorpentachlorid abge-

1) Compt. rend. **46**, 1107—1110, séance du 7 Juin 1858.



trieben sind, geht bei 285° bis 295° eine farblose Flüssigkeit über die COUPER

„Trichlorophosphate de salicyle"

$C^{14}H^4Cl^3PhO^6$" nennt; entstanden nach den Gleichungen:

$$\underset{\text{Gaultheriaöl}}{C^{16}H^8O^4} + PhCl^5 = HCl + C^2H^3Cl + C^{14}H^4Cl^3PhO_6$$

$$\underset{\text{Salizylsäure}}{C^{14}H^6O^6} + PhCl^5 = 2HCl + C^{14}H^4Cl^3PhO^6$$

Mit heißem Wasser zersetzt sich das „Trichlorophosphate de salicyle" augenblicklich in Salzsäure, Phosphorsäure und Salizylsäure nach der Gleichung

$$C^{14}H^4Cl^3PhO^6 + 8HO = PhH^3O^8 + 3HCl + C^{14}H^6O^6.$$

Destilliert man das „Trichlorophosphate de salicyle" rasch, so zersetzt es sich zum Teil unter Entwickelung reichlicher Mengen Salzsäure. Über 300° geht eine flüssige Substanz über, die in ein Glasrohr eingeschmolzen umfangreiche Krystalle absetzt von

„Monochlorophosphate de salicyle $C^{14}H^4O^8ClPh$".

Beide Substanzen ziehen an der Luft Feuchtigkeit an unter Bildung einer neuen Säure der

„Acide phosphorsalicylique $C^{14}H^7O^{12}$".

Sie entsteht nach folgenden Gleichungen:

$$C^{14}H^4Cl^3PhO^6 + 6HO = 3HCl + C^{14}H^7PhO^{12}$$

$$C^{14}H^4Cl\,PhO^8 + 4HO = HCl + C^{14}H^7PhO^{12}$$

Die „acide phosphosalicylique" ist eine dreibasische Säure, die COUPER auffaßt: „comme une combinaison conjugée d'acide phosphorique et d'acide salicylique

$$PhH^3O^8 + C^{14}H^6O^6 = C^{14}H^7PhO^{12} + 2HO".$$

Diese Ergebnisse, sagt COUPER, stimmen nicht in allen Punkten mit den über denselben Gegenstand veröffentlichten Beobachtungen von GERHARDT, CHIOZZA und DRION überein und erwecken Zweifel an der Existenz des von GERHARDT beschriebenen Salizylsäurechlorides, ein Produkt, das nie analysiert wurde. COUPER weist darauf hin, daß die Bildung des Salizylsäurechlorides aus Salizylsäure oder Gaultheriaöl mit Phosphorpentachlorid von dem Auftreten von Phosphoroxychlorid begleitet sein müsse, während er nur Spuren dieser Substanz beobachtet habe. Ob diese Widersprüche auf einem Zufall beruhten oder in besonderen Versuchsbedingungen der Beobachter, müßten neue Untersuchungen entscheiden.

Die Formeln der drei neuen von ihm beschriebenen phosphorhaltigen Salizylsäureabkömmlinge stützte COUPER durch eine Reihe von Analysen. Er begnügt sich mit empirischen Molekularformeln, wie wir heute sagen würden, unter Verwendung der kleinen Äquivalentgewichte $C = 6$ und $O = 8$.



Das acht Tage später erschienene Heft der Compt. rend. enthält COUPER's erste Mitteilung über eine neue chemische Theorie, die er auch auf die Ableitung von Konstitutionsformeln für die Salizylsäure und das „Trichlorophosphate de Salicyle" verwendet unter Annahme von C = 12, aber Beibehaltung von O = 8. Seinen Landsleuten teilte er seine Salizylsäureabhandlung etwas später in „The Edinburgh new Philosophical Journal" mit. Dort gibt er nicht nur für die Salizylsäure und das „Trichlorophosphate de salicyle", sondern auch für das „Monochlorophosphate de salicyle" und die „Acide phosphosalicylique" die folgenden Konstitutionsformeln I a, II a, III a, IV a, neben die ich die durch Verdoppelung des Atomgewichts für Sauerstoff entstehenden Schemata I b, II b, III b, IV b stelle.

Für „salicylic acid" gibt COUPER die Formel

I a

$$\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H \\ C \cdots O \cdots OH \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} O^2 \\ O \cdots OH \end{array}\right. \end{array}$$

I b (O = 16)

$$\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H \\ C \cdots OH \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} O \\ \cdots OH \end{array}\right. \end{array}$$

Von dieser Formel I a für Salizylsäure ausgehend legte COUPER dem „Terchlorophosphate of salicylic acid" folgende Formel bei:

II a

$$\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{array}\right. \\ \vdots \\ \left.\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H \\ C \cdots O \cdots O \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} O^2 \\ O \cdots O \end{array}\right. \end{array}\right\} P \cdots Cl^3 \end{array}$$

II b (O = 16)

$$\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{array}\right. \\ \vdots \\ \left.\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H \\ C \cdots O \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} O \\ \cdots O \end{array}\right. \end{array}\right\} P \cdots Cl^3 \end{array}$$

„Monochlorophosphate of salicylic acid"

III a

$$\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{array}\right. \\ \vdots \\ \left.\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H \\ C \cdots O \cdots O \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} O^2 \\ O \cdots O \end{array}\right. \end{array}\right\} P\left\{\begin{array}{l} O^2 \\ Cl \end{array}\right. \end{array}$$

III b (O = 16)

$$\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{array}\right. \\ \vdots \\ \left.\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l} C \cdots H \\ C \cdots O \end{array}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{array}{l} O \\ \cdots O \end{array}\right. \end{array}\right\} P\left\{\begin{array}{l} O \\ Cl \end{array}\right. \end{array}$$

„Phosphosalicylic acid“

```
IVa                                    IVb (O = 16)

  ⎧C ···· H²                             ⎧C ···· H²
C ⎩C ···· H                            C ⎩C ···· H
 ⋮                                      ⋮
  ⎧C ···· H         ⎧O²                  ⎧C ···· H      ⎧O
C ⎩C ···· O ···· OP ⎨O ···· OH         C ⎩C ···· OP ⎨OH
 ⋮                  ⎩O ···· OH          ⋮               ⎩OH
  ⎧O²                                    ⎧O
C ⎩O ···· OH                           C ⎩ ···· OH
```

Diese Formeln Ia, IIa, IIIa, IVa sind Strukturformeln im heutigen Sinne des Wortes, sie muten uns noch moderner an, wenn wir in ihnen O = 16 verwenden, also die Zahl der Sauerstoffatome um die Hälfte verringern, wie es die Formeln Ib, IIb, IIIb, IVb zeigen. Die Formeln IIa und IIb lehren was aus dem Phosphoroxychlorid geworden ist, dessen Rest den Wasserstoff des Hydroxyls und den des Carboxyls der Salizylsäure ersetzt. Hydroxyl und Carboxyl denkt sich COUPER an ein und dasselbe Kohlenstoffatom der Salizylsäure gebunden.

Schon sieben Jahre vor Aufstellung von KEKULÉS Benzoltheorie sucht sich COUPER von der Bindungsweise der sieben Kohlenstoffatome der Salizylsäure Rechenschaft zu geben. Wie ich in dem vorhergehenden Abschnitt darlegte, ersetzt COUPER in seiner ausführlichen, im Philos. Mag. veröffentlichten Abhandlung „Über eine neue chemische Theorie“, überall die Klammern seiner Strukturformeln durch Bindungsstriche. Führt man das auch bei den obigen acht Formeln durch und stellt die doppelten Bindungen durch zwei parallele Bindungsstriche dar, wie es später geschah, so erhält man die folgenden acht Schemata Ic, IIc, IIIc, IVc und Id, IId, IIId, IVd.

```
Ic                                Id (0 = 16)

   ⁄⁄C ···· H²                         ⁄⁄⁶C ···· H²
C                                  ₅C
   ⧵⧵C ···· H                          ⧵⧵₄C ···· H
     ⋮                                     ⋮
   ⁄⁄C ···· H                          ⁄⁄³C ···· H
C                                  ₂C
   ⧵⧵C ···· O ···· OH                  ⧵⧵₁C ···· OH
     ⋮                                     ⋮
     ⁄⁄O²                                  ⁄⁄O
     C ···· O ···· OH                    C
                                           ····OH
```

IIc

C—H2
C
C—H
C—H
C
C—O—O
O2 PCl3
C—O—O

IId (O = 16)

C—H2
C
C—H
C—H
C
C—O
O PCl3
C—O

IIIc

C—H2
C
C—H
C—H
C
C—O—O O2
O2 P
C—O—O Cl

IIId (O = 16)

C—H2
C
C—H
C—H
C
C—O O
O P
C—O Cl

IVc

C—H2
C
C—H
C—H
C O2
C—O—OP—O—OH
O2 O—OH
C—O—OH

IVd (O = 16)

C—H2
C
C—H
C—H
C O
C—OP—OH
O OH
C—OH

„Wenn man", wie ich früher schrieb, als ich diese Formeln besprach [1]), „die Berechtigung meiner Umformung der COUPER'schen Formeln zugibt, so geht aus diesen Formeln deutlich hervor, was COUPER noch zur Entdeckung der Benzoltheorie fehlte. Vier Kohlenstoffatome — ich habe sie in Formel Id numeriert, es sind die Kohlenstoffatome 2, 3, 4 und 5 — nahm COUPER bereits in derselben Bindung mit einander an, wie sie KEKULÉ's Benzolformel später zeigte." Es blieb für COUPER nur der eine Schritt übrig, die Kohlenstoffatome 6 und 1 ringförmig zu binden, was ein Verschieben eines Wasseratoms von 6 an 5 und des Hydroxyls von 1 an 2 nach sich gezogen hätte. Dabei war damals schon COUPER der Gedanke polyvalente Atome miteinander in ringförmiger Bindung anzunehmen ge-

1) LIEBIG's Annalen **346**, 290.

kommen, wie die im vorigen Abschnitt mitgeteilte Formel beweist, durch die COUPER die Konstitution der Cyanursäure ausdrückte.

„Unzweifelhaft war ARCHIBALD COUPER damals der gefährlichste Rivale AUGUST KEKULÉ's".

Von den drei in COUPER's Salizylsäureabhandlung angegriffenen Chemikern war GERHARDT bereits am 19. August 1856 in Straßburg kurz nach seiner Berufung gestorben, CHIOZZA schwieg und nur DRION suchte sich und GERHARDT zu verteidigen [1]). Er hält die Existenz des von GERHARDT beobachteten, allerdings wegen mangelnder Flüchtigkeit nicht in reinem Zustand zu isolierenden Salizylsäurechlorids aufrecht, die unbestreitbar bewiesen sei, durch die Leichtigkeit mit Alkoholen die Äther der Salizylsäure zurückzubilden. Wie man sieht, hat sich DRION die Aufgabe zu leicht gemacht. Auf eine Widerlegung des von COUPER beschriebenen Reaktionsverlaufes geht er ebensowenig ein, als er zu erklären sucht, wo das Phosphoroxychlorid bleibt, das bei der Bildung des Salizylsäurechlorides entstehen müßte und das er ebensowenig wie COUPER zu beobachten vermochte.

Merkwürdigerweise traf COUPER nicht nur auf theoretischem, sondern auch auf experimentellem Gebiete mit KEKULÉ zusammen, der im Anschluß an die Bildung der Glykolsäure aus Monochloressigsäure die Monochlorbenzoësäure in Salizylsäure umzuwandeln versuchte. Die Chlorbenzoësäure stellte KEKULÉ aus ihrem Chlorid dar, das er nach Vorschrift CHIOZZA's durch Destillation des Reaktionsproduktes von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure bereitete. Bei Versuchen aus dem Kaliumsalz der Chlorbenzoësäure zur Salizylsäure zu gelangen, wie er [2]) und REINHOLD HOFFMANN [3]) aus dem Kaliumsalz der Chloressigsäure Glykolsäure gewonnen hatten, überzeugte sich KEKULÉ von der geringen Reaktionsfähigkeit des Chlors in der Chlorbenzoësäure. Er konnte es ebenso wenig durch Hydroxyl ersetzen, wie COUPER das Brom im Brombenzol und Bibrombenzol. Diese Abhandlung KEKULÉ's „Bildung von Glykolsäure aus Essigsäure", die mit den zuletzt besprochenen Versuchen über Salizylsäure schließt, war am 25. Dezember 1857 an die Redaktion von LIEBIG's Annalen eingesendet worden. COUPER's Abhandlung über Salizylsäure erschien 1858 in dem ersten Juniheft der Compt. rend. [4]) Folglich konnte damals KEKULÉ die Versuche COUPER's über Salizylsäure noch nicht kennen. Allein nach dem Erscheinen von COUPER's Abhandlung, setzte KEKULÉ, — mittlerweile von Heidelberg nach Gent übergesiedelt, — seine Arbeit über Salizylsäure auf das Eifrigste fort. In seiner am 6. August 1860 der belgischen Akademie vorge-

1) Compt. rend. **46**, 1238, Séance du lundi 21 Juin 1858.
2) LIEBIG's Annalen **105**, 286—292 Heft III ausgegeben den 27. März 1858.
3) LIEBIG's Annalen **102**, 12.
4) **46**, 1107—1110, séance du lundi 7 Juin 1858.

legten Abhandlung[1]): „Faits pour compléter l'histoire de l'acide salicylique et de l'acide benzoique," die in dem am 4. Februar 1861 ausgegebenen Heft von LIEBIG's Annalen[2]) unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntnis der Salizylsäure und der Benzoësäure," erschien, erörtert KEKULÉ die Arbeit von COUPER eingehend.

Für die Salizylsäure giebt KEKULÉ die Formel

$$\left.\begin{matrix} C_7 \overset{''}{H}_4 \Theta \\ H_2 \end{matrix}\right\} \Theta_2$$

Die von COUPER beschriebene phosphorhaltige Verbindung „$C_7H_4Cl_3P\Theta_3$" faßt KEKULÉ auf „als eine direkte Vereinigung von Phosphoroxychlorid mit dem Anhydrid der Salizylsäure," „oder auch als eine einem gemischten Typus zugehörige Verbindung der Radikale Salizyl und Phosphoryl, nach der Formel

$$\left.\begin{matrix} C_7 \overset{''}{H}_4 \Theta \\ P\overset{'''}{\Theta} \end{matrix}\right\} \begin{matrix} Cl_3 \\ \Theta \end{matrix} ;\ \text{Typus:} \begin{matrix} H_3\,Cl_3 \\ H_2\,\Theta \end{matrix} = H_2\Theta + 3\,HCl\text{“}$$

COUPER's Angaben über das Produkt der Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure oder ihren Methylaether kann er nicht bestätigen: „Ich habe diesen Versuch," schreibt KEKULÉ in den Annalen, „mehr als 20 mal wiederholt und dabei mehrmals beträchtliche Mengen der Materialen uud in sehr wechselnden Mengen in Arbeit genommen. Ich habe niemals den von COUPER beschriebenen Körper erhalten, der nach diesem Chemiker bei 285° bis 295° überdestilliert. Ich habe vielmehr stets beobachtet, daß, sobald die Temperatur der überdestillierenden Dämpfe auf höchstens 280° gestiegen ist, der Rückstand in der Retorte sich unter heftigem Aufblähen und mit Hinterlassung einer schwarzen blasigen Masse zersetzt. Ich habe mich außerdem überzeugt, daß ein Molecul Methylsalizylsäure" (gemeint ist Gaultheriaöl, Salizylsäuremethyläther) „nur ein Molecul Phosphorsuperchlorid zu zersetzen im Stande ist, und daß alles im Überschuß zugesetzte Phosphorsuperchlorid bei der ersten Destillation unverändert überdestilliert. Ich habe ferner gefunden, im Widerspruch mit den Angaben von COUPER, daß eine beträchtliche Menge von Phosporoxychlorid gebildet wird."

„Ich habe endlich gefunden, daß der Rückstand in der Retorte, man mag die Destillation zu Ende führen oder in irgend einer Periode unterbrechen, bei Zersetzung mit Wasser oder Kali wesentlich Salizylsäure liefert, die nur Spuren von Chlorbenzoësäure enthält."

---

1) Bull. Acad. Roy. Belg. (2) **10**, 337—350.
2) **117**, 145—164.



Der Schlüssel zu KEKULÉ's Mißerfolg ist darin zu finden, daß er die Reaktionsmasse vor Beginn der Destillation zu lange auf 180° — 200° erhitzte, „zur Verjagung des gebildeten Phosphoroxychlorids und des überschüssigen Phosphorsuperchlorids" ehe er die Destillation unternahm, bei der er Chlorbenzoylchlorid erhielt. Dies geht mit einer an Gewßiheit grenzenden Wahrscheinlichkeit daraus hervor, daß KEKULÉ in dem nicht destillierten Chlorid nur noch 3 Proz. Phosphor fand[1]), während COUPER's „Trichlorophosphate de salicyle" 11,5 Proz. Phosphor enthält.

Wie KEKULÉ durch seine Versuche über die Glykolsäure veranlaßt wurde, sich mit der Salizylsäure zu beschäftigen, so kam HERMANN KOLBE von der Umwandlung der Milchsäure in Chlorpropionsäure auf die Salizylsäure. Seine Arbeit, bei der ihn E. LAUTEMANN unterstützte, erschien in dem am 11. August 1860 ausgegebenen Heft von LIEBIG's Annalen[2]) unter dem Titel: „Über die Konstitution und Basizität der Salizylsäure". KEKULÉ's Abhandlung über die Salizylsäure und Benzoësäure lag am 6. August desselben Jahres der belgischen Akademie vor, sodaß KEKULÉ erst in der deutschen Übersetzung seiner Abhandlung, in dem am 4. Februar 1861 erschienenen Heft von LIEBIG's Annalen, KOLBE's und LAUTEMANN's Mitteilung berücksichtigen konnte. Allein KEKULÉ's Bemerkungen gegen KOLBE beziehen sich nicht auf die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure und bleiben daher hier außer Betracht.

COUPER's Salizylsäureabhandlung erwähnen H. KOLBE und E. LAUTEMANN nicht, sie scheint ihnen entgangen zu sein. Das Chlorid der Chlorsalylsäure, so bezeichnen sie die Chlorbenzoësäure, stellen sie nach dem Verfahren von CHIOZZA[3]) wie folgt dar: „Wir brachten in eine tubulierte Retorte 3 Teile (2 Aeq.) gepulverten Fünffach-Chlorphosphor, den wir durch längeres Eintauchen des Retortenbauches in Eiswasser stark erkälteten, und hierauf 1 Teil (1 Aeq.) trockene pulverige Salizylsäure. Beide wurden durch Umschütteln oder durch Umrühren mit einem krummen Glasstab gut gemischt."

„Alsbald erfolgt eine heftige Reaktion, wobei der Inhalt der Retorte sich unter Aufblähen verflüssigt und Salzsäure in Strömen entweicht. Bei nachherigem Erhitzen geht der größte Teil der flüssigen Masse als farbloses Liquidum über. Der Rest bläht sich zuletzt stark auf und es hinterbleibt schließlich eine leichte schwammige Kohle. Bei der Rektifikation des Destillates geht zuerst Phosphoroxychlorid über, hernach steigt die Siedetemperatur ziemlich rasch bis 260° C. Als das Thermometer 240° C

1) Vgl. LIEBIG's Annalen **117**, 148 Anm.
2) LIEBIG's Annalen **115**, 157—206.
3) Ann. chim. phys. (1852) [3] **36**, 102—107.



anzeigte, wurde die Vorlage gewechselt. Der größte Teil der noch übrigen Flüssigkeit geht dann zwischen 260° und 270° C über, erst ganz zuletzt steigt die Temperatur noch bis auf 300° C. Was über 240° C. abdestilliert, besteht hauptsächlich aus

Chlorsalylsäurechlorid: $C_{12}\left\{\begin{matrix} H_4 \\ Cl \end{matrix}\right\} [C_2\, O_2],\ Cl,$

enthält aber daneben noch

Salizylsäurechlorid: $C_{12}\left\{\begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix}\right\} [C_2\, O_2],\ Cl;$

wie die Bildung von Salizylsäure beim Zusammenbringen mit Wasser beweist, und außerdem

Chlorsalyltrichlorid: $C_{12}\left\{\begin{matrix} H_4 \\ Cl \end{matrix}\right\} [C_2\, Cl_2]\ Cl.$"

Der Salizylsäure selbst schrieb KOLBE die folgende Konstitutionsformel zu:

Salizylsäure: $HO,\ C_{12}\left\{\begin{matrix} H_4 \\ HO_2 \end{matrix}\right\} [C_2\, O_2],\ O.$

Offenbar hatten KOLBE und LAUTEMANN bei der Destillation des Reaktionsproduktes aus der Retorte das „Trichlorophosphate de salicyle" COUPER's zum Teil unzersetzt übergetrieben. Allein sie sahen das Destillat für ein Gemisch von Salizylsäurechlorid und Chlorbenzoylchlorid an, weil sie beim Behandeln des Destillates mit Wasser Salizylsäure neben Chlorbenzoësäure erhielten. Auf Phosphor prüften sie das Destillat nicht, und die Möglichkeit der Bildung eines phosphorhaltigen Abkömmlings der Salizylsäure zogen sie nicht in Betracht.

Ich stelle nunmehr die von GERHARDT, COUPER, KEKULÉ und KOLBE damals der Salizylsäure gegebenen Formeln zusammen. Zu COUPER's oben als Ia bezeichneter Formel der Salizylsäure (S. 250) füge ich die von mir unter Annahme von O = 16, sowie Ersatz der Klammern durch Bindungsstriche abgeleitete Formel Id:

Salizylsäure nach GERHARDT: $\left.\begin{matrix} C_7H_5O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O;$

Salizylsäure nach COUPER: Ia

$$\begin{matrix} C\left\{\begin{matrix} C \cdots H^2 \\ C \cdots H \end{matrix}\right. \\ \vdots \\ C\left\{\begin{matrix} C \cdots H \\ C \cdots O \cdots OH \end{matrix}\right. \\ \vdots \quad O^2 \\ C \cdots O \cdots OH; \end{matrix}$$

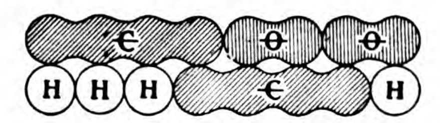
umgeformt O = 16, statt Klammern Bindungslinien

$$\text{Id}\quad C\begin{matrix}\cdots C \cdots H^2 \\ \cdots C \cdots H \\ \vdots \\ C\begin{matrix}\cdots C \cdots H \\ \cdots C \cdots OH\end{matrix} \\ \vdots \\ C\begin{matrix}\cdots O \\ \cdots OH\end{matrix}\end{matrix};$$

Salizylsäure nach Kekulé: $\left.\begin{matrix}\text{C}_7\,\overset{''}{\text{H}}_4\,\Theta \\ \text{H}_2\end{matrix}\right\}\Theta_2$;

Salizylsäure nach Kolbe: $HO.C_{12}\left\{\begin{matrix}H_4\\HO_2\end{matrix}\right\}[C_2\,O_2]\,O.$

Selbst Kekulé hatte, wie man sieht, den Versuch im Jahre 1860 noch nicht gewagt, über die Bindungsweise der sieben Kohlenstoffatome untereinander im Radikal der Salizylsäure eine Meinung auszusprechen, obgleich er schon in der ersten, im Frühjahr 1859 erschienenen Lieferung seines Lehrbuches der organischen Chemie [1]) den Bau einfacher anorganischer und organischer Verbindungen durch graphische Formeln zu veranschaulichen suchte, die an Klarheit nichts zu wünschen übrig ließen, wie z. B. die Formel der Essigsäure. [2])



Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, wie würde wohl Archibald Scott Couper seine Beobachtungen und Ansichten gegenüber den ihm widersprechenden Fachgenossen vertreten haben? Hätte sich nicht die organische Chemie noch rascher entwickelt, wenn es ihm gelang seinen Ansichten über die Formulierung der Kohlenstoffverbindungen Geltung zu verschaffen? Dazu war Couper ganz der Mann. Wie aber sah der Forscher aus, der bei solcher Jugend und nach nur so kurzer Beschäftigung mit Chemie in der damaligen Zeit sich getraute, über die Bindungsweise der Atome selbst in so verwickelt zusammengesetzten Verbindungen, wie der Salizylsäure, der Weinsäure, der Schleimsäure, dem Traubenzucker, der Cyanursäure und anderen mehr Auskunft zu geben?

Herr Berring entwirft uns folgendes Bild von seinem Freund: „Couper war ein sehr hübscher Mensch, von großer, schlanker Gestalt und vornehmem

1) Vgl. Bd. I Seite 159—165, Anm.

2) Vgl. Bd. I Seite 164, Anm.

aristokratischen Wesen. Sein schönes Gesicht mit blühender Färbung wurde durch den fast wunderbaren Glanz seiner tief schwarzen Augen in höchst ansprechender Weise belebt. COUPER sah zwar nichts weniger als schwächlich aus, hatte aber doch eine zarte Gesundheit und war deshalb auch, wie ich von HAMILTON hörte, die stete Sorge seiner Mutter. Der Grundzug seines Wesens war, wie oft bei Schotten, tief religiös. Er war ein großer Freund der Musik — der klassischen ernsten, wie der heiteren — und nennenswerte Konzerte ließ er während seines Aufenthaltes in Berlin selten unbesucht."

Als Herrn BERRING dann von CRUM BROWN das dieser Lebensbeschreibung beigegebene Bild COUPER's übersendet wurde, schrieb er an CRUM BROWN: „Dieses Bild ist ganz vorzüglich und wird Sie erkennen lassen, das COUPER der auffallend schöne Mann war, als welchen ich ihn geschildert habe." Das Original des Bildes, eine mit der Hand bemalte Photographie, befindet sich im Besitz von Herrn DOLLAR, es ist in Paris im Jahre 1857 oder Anfang 1858 ausgeführt, stammt also aus der Zeit, in der COUPERS wissenschaftliche Arbeiten entstanden.

COUPERS Züge verraten einen energischen Willen, verbunden mit durchdringendem Verstand. In seiner theoretischen Abhandlung ist die Freude an der philosophischen kritischen Behandlung der Grundlagen der Chemie unverkennbar. Seine Ausdrucksweise ist durchaus eigenartig. Seine Angaben über seine durch Analysen vortrefflich gestützten Beobachtungen sind klar und bestimmt. Ist es nicht seltsam, daß ein so veranlagter Forscher zu den Bemerkungen von KEKULÉ, WURTZ und BUTLEROW gegen seine theoretischen Ansichten schwieg, daß er die Zweifel von DRION und KEKULÉ an der Richtigkeit seiner Salizylsäurearbeit nicht zu widerlegen suchte? Allein aus COUPER's Feder erschien überhaupt keine Abhandlung mehr, er war wissenschaftlich verschollen und es vergingen 27 Jahre, bis die Richtigkeit seiner Angaben über die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure von anderer Seite nachgewiesen wurde.

In der Zwischenzeit beschäftigte sich eine ganze Anzahl von Chemikern immer wieder mit dem vermeintlichen Salizylsäurechlorid, meist um es auf andere Substanzen wirken zu lassen. CARIUS [1]) brachte 1864 das nicht destillierte Einwirkungsprodukt von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure mit einer wässerigen Lösung von überschüssigem Schwefelkalium zur Gewinnung der Thiosalizylsäure in Reaktion. In KOLBE's Laboratorium zeigte GLUTZ [2]) 1867, daß, bei dem einen Tag lang fortgesetzten Erhitzen von Salizylsäuremethyläther mit zwei Äquivalent Phosphorpentachlorid am

1) LIEBIG's Annalen **129**, 11 Heft I, ausgegeben den 8. Januar 1864.
2) LIEBIG's Annalen **143**, 194 Heft II, ausgegeben den 20. Juli 1867.

Rückflußkühler, das Phosphorpentachlorid schließlich sämtlich verschwindet und man eine bessere Ausbeute an Chlorsalylchlorid erhält. Er gibt an, daß bei der Destillation nach Weggang des Phosphoroxychlorids die Temperatur rasch auf 230°—260° steigt und unter 240° das Destillat zur einen Hälfte aus Chlorsalylchlorid, zur andern Hälfte aus Salizylsäurechlorid besteht.

PIERRE MIQUEL[1]) bereitete durch Einwirkung von nicht destilliertem Salizylsäurechlorid auf Metallsulfocyanate das „salicyle carbimide" und bemerkt dabei: „Le chlorure de salicyle s'obtient difficilement dans un état de pureté satisfaisant; il renferme toujours des composés visqueux et retient avec beaucoup d'énergie de l'oxychlorure de phosphore."

OTTO FISCHER[2]) stellte in demselben Jahre aus dem durch Erhitzen im Kohlensäurestrom auf 180° von Phosphorverbindungen möglichst befreiten Chlorid mit Dimethylanilin und Zinkstaub das Saliceïn des Dimethylanilins dar.

SCHREIB[3]) gibt 1880 an, daß bei der Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure nur ein Molekül Phosphorpentachlorid in Reaktion trete, ein zweites Molekül wirke nicht mehr ein, man erhalte „dasselbe beim Erhitzen der entstandenen Flüssigkeit auf zirka 110° unverändert zurück". Er sagt ferner: „Bei weiterem Erhitzen geht zuerst ein großer Teil des gebildeten Phosphoroxychlorides und später Orthochlorbenzoylchlorid über, bis sich bei zirka 260°—270° der Retorteninhalt unter starkem Aufschäumen zersetzt."

Aus allen diesen Angaben geht hervor, daß es mit Schwierigkeiten verbunden ist, aus dem Reaktionsprodukt von Phosphorpentachlorid auf Salizylsäure oder Salizylsäuremethyläther COUPER's „trichlorophosphate de salicyle" durch Destillation unter gewöhnlichem Druck zu gewinnen. Entgegen den Angaben von DRION verschwinden diese Schwierigkeiten, wie ich im Jahre 1885 zeigte[4]), wenn man die Destillation des Reaktionsproduktes unter vermindertem Druck vornimmt. Arbeitet man genau nach COUPER's Vorschrift mit reinen Materialen und destilliert rasch, sofort nach Beendigung der Reaktion unter gewöhnlichem Druck, so erhält man ebenfalls das „trichlorophosphate de salicyle", wenn auch in nicht so guter Ausbeute. Im Verlauf eingehender, in Gemeinschaft mit GEORGE DUNNING MOORE vorgenommener Versuche konnten wir auch COUPER's Angaben über das „monochlorophosphate de salicyle" und die „acide phosphosalicylique" bestätigen.

1) Ann. chim. phys. (1877) [5] **11**, 304.
2) Berl. Ber. (1877) **10**, 954.
3) Berl. Ber. (1880) **13**, 465.
4) LIEBIG'S Annalen **228**, 308—321 Heft III, geschlossen den 18. Mai 1885.



Damit war, freilich spät genug, COUPER's Salizylsäurearbeit glänzend gerechtfertigt, von deren Unrichtigkeit die Chemiker allmählich so überzeugt schienen, daß sie ihren Inhalt in den Handbüchern der organischen Chemie nicht mehr berücksichtigten.

Oft habe ich seitdem den Wunsch gehegt, zu wissen, was aus COUPER geworden war. Wenn auch einige berühmte englische Chemiker nach einem meteorartigen Aufleuchten durch eine glänzende wissenschaftliche Leistung, von anderen Aufgaben in Anspruch genommen, Jahrzehnte lang auf rein wissenschaftlichem Gebiete nicht mehr hervortraten, so erreichten sie doch immer eine Stellung, die ihren Namen nicht übersehen oder gar in Vergessenheit geraten ließ. Anders bei ARCHIBALD SCOTT COUPER; er verschwand so plötzlich und so vollständig von der wissenschaftlichen Arena, daß sein Name nicht einmal Zeit hatte, sich in den deutschen, englischen oder französischen naturwissenschaftlichen, biographischen Werken Eingang zu verschaffen.

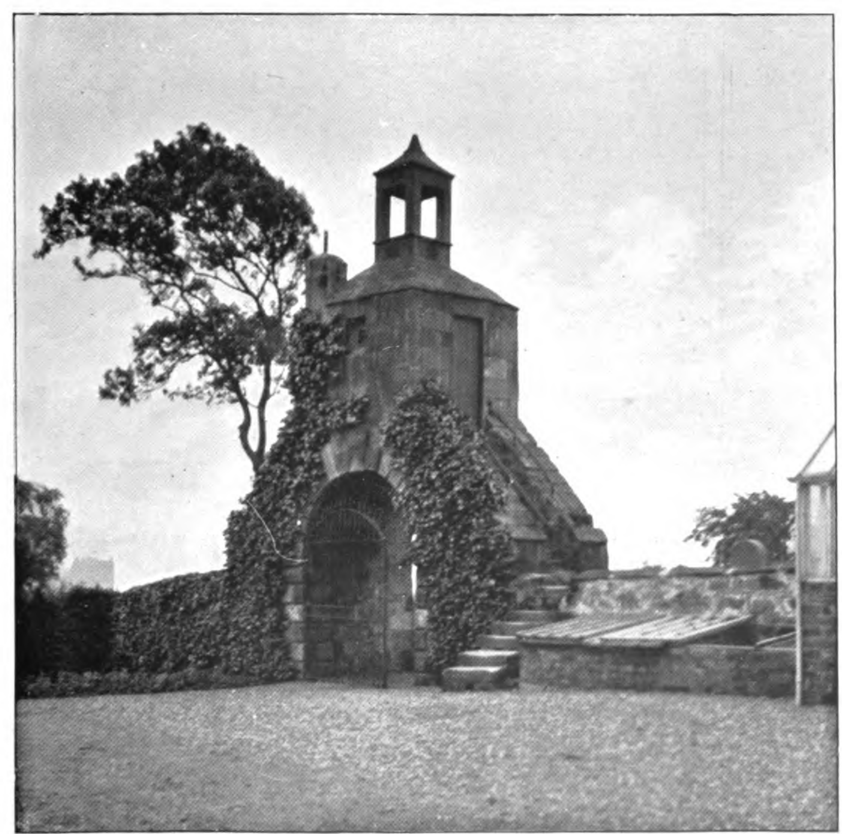
Dieses Rätsel lösten völlig erst die Nachforschungen von ALEXANDER CRUM BROWN, seinem Landsmann. Nicht die Entäuschung darüber, daß seine Abhandlung: „Sur une nouvelle théorie chimique" ohne seine Schuld erst nach dem Erscheinen von KEKULÉ's berühmter Abhandlung: „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und die chemische Natur des Kohlenstoffs" der Pariser Akademie der Wissenschaften eingereicht wurde, brach COUPER nieder, sondern eine durch einen unglücklichen Zufall herbeigeführte schwere Gesundheitsstörung.

1858 im Spätherbst von Frankreich nach Schottland zurückgekehrt, erhielt COUPER Ende Dezember die zweite Assistentenstelle bei dem hochangesehenen Professor LYON PLAYFAIR in Edinburg. Damit schien seine zukünftige akademische Laufbahn gesichert. In PLAYFAIRs Laboratorium lernte ihn, wie wir erfuhren, GREVILLE WILLIAMS kennen.

Allein kurz nach Antritt seiner neuen Stellung im Frühjahr 1859 überanstrengte COUPER sich und mußte seine Zuflucht für zwei Monate in einer Nervenheilanstalt suchen. Entlassen, setzte er sich beim Fischen zu lange für seine immer etwas zarte Gesundheit der Sonne aus. Er zog sich, wie sich Herr GREVILLE WILLIAMS ganz richtig erinnerte, einen Sonnenstich zu, von dem er sich nicht wieder erholte. Unfähig zu jeder geistigen Arbeit lebte COUPER still in seinem Vaterhause und nach 1880 in dem bequem eingerichteten Hause Laurel Bank in Kirkintilloch, das seine ihn liebevoll pflegende Mutter erbauen ließ, um ihrem Sohne einen ganz ungestörten Wohnsitz zu verschaffen. Sein Vater starb im zweiundsechzigsten Lebensjahre am 30. Dezember 1859.

COUPER's Befinden besserte sich allmählich soweit, daß er im Stand war, täglich Spaziergänge zu unternehmen, sich gelegentlich mit Freunden zu unterhalten und hie und da einen Brief zu schreiben. Morgens und





Abends hielt er Hausandacht und las seiner Umgebung laut eine Stelle aus dem neuen Testament vor; Sonntags besuchte er regelmäßig die Kirche.

Unvermählt starb er in seiner schottischen Heimat Kirkintilloch, im Hause Laurel Bank am 11. März 1892, fast 61 Jahre alt. Sein Mütterchen hatte den Trost, ihr Sorgenkind zu überleben, sie starb hochbetagt, 93 Jahre alt am 15. April 1895 ebendort.

Das Haus Laurel Bank, in dem COUPER zwölf Jahre lebte, in dem er und seine Mutter starben, sowie die malerische Eingangspforte zu dem Friedhof von Kirkintilloch, auf dem COUPER und seine Vorfahren begraben sind, zeigen die von CRUM BROWN aufgenommenen Photographien.

In der Geschichte der organischen Chemie gebührt dem so schwer vom Schicksal heimgesuchten ARCHIBALD SCOTT COUPER der Ehrenplatz neben seinem glücklicheren deutschen Fachgenossen FRIEDRICH AUGUST KEKULÉ.



Aus der Geschichte der Verzinnungstechnik.

Von Ing. Chem. JULIUS GRÜNWALD in Lafeschotte (Doubs).

Ich habe seinerzeit in einem Artikel an dieser Stelle versucht eine kurze Entwicklungsgeschichte der Emailletechnik zu geben. Hand in Hand mit den meisten der heutigen Emaillierwerke geht die Fabrikation verzinnter Haus- Küchen- und Wirtschaftsgeräte der verschiedensten Art.

Die verzinnte Ware hat vielfach noch die Zuneigung weiter Volksschichten, umsomehr als das Zinn zu den im Gebrauche absolut unschädlichen, leicht bearbeitbaren Metallen zählt, das insbesondere für die Heeresausrüstung, Konservenindustrie usw. von Bedeutung ist, trotz des momentanen Zuges die Militärgeräte aus Aluminium herzustellen. In wieweit der Anschauungswechsel in der Bewertung dieses Metalles gerechtfertigt ist, soll gelegentlich an anderer Stelle besprochen werden.

Auch auf die Frühgeschichte des Zinns und die Verzinnung im Altertum gehe ich ein ander mal näher ein.

Ursprünglich zur Herstellung von Schmuckgegenständen, wie Kriegsgeräte, Zaumzeug, Inkrustierung von Silbergeräten dienend, fand das Zinn eine außerordentliche Bedeutung im Bronzezeitalter, zur Erzeugung von Bronzegegenständen vielfachster Art. Hand in Hand mit der späteren Einführung des Verzinnens von Kupfer und Eisen geht die Verwendung von reinem Zinn in Form von gegossenen oder getriebenen Krügen, Vasen Tellern, Schüsseln usw. Diese Anwendungsform reicht bis in unsere Zeit und ist seit einigen Jahren als Kunstgewerbe zu neuer Blüte erwacht [1]). (Kaiserzinn.)

Wie viele wertvolle Kunstgeräte aus Zinn hergestellt, mögen in den letzten Jahrzehnten eingeschmolzen worden sein, um entsprechend dem außerordentlichen Preisaufstiege des Zinnes für gewerbliche und industrielle Zwecke verwertet zu werden!

1) Die altertümlichen Zinngeräte sind jetzt wieder modern. Doch manches derartige Kunstwerk ist neueren Datums. Um den Anschein von „Altzinn" hervorzurufen, taucht man den „alternden" Zinngegenstand in eine Lösung von Alaun unter Zusatz von einigen Tropfen Salz- oder Schwefelsäure.



Nach der schwachen Verzinnungsschicht der alten Geräte zu schließen, scheint es, als ob man früher bei höherer Temperatur als heutzutage verzinnte, und zwar wurde das Zinn mittelst feiner Bürstchen in sehr dünnen Schichten und überaus gleichmäßig verteilt.

Ursprünglich wurden nur Schmuckgegenstände aus Kupfer oder Bronze hergestellt, verzinnt, und erst später scheint man zur Verzinnung von Hausgeräten aus Kupfer und noch später aus Eisen übergegangen zu sein.

Einigermaßen sind wir bereits über die ältere deutsche Verzinnerei unterrichtet.

Vorerst wurde das Verzinnen in Deutschland als Nebenzweig verschiedener Handwerke, wie Kupferschmiede, Flaschner, Sporenmacher usw. ausgeübt, und erst später trat eine vollständige Scheidung dieser Gewerbe ein. Das Verzinnen wurde als eigenes Handwerk betrachtet und meist getrennt von den oben genannten Gewerben ausgeübt. Nürnberg war ein Hauptsitz dieses Gewerbes.

Einem interessanten Berichte WEIGELS über das Verzinnen in Deutschland vor Ende des 17. Jahrhunderts entnehmen wir folgendes [1]):

„Heutzutage, wo das Verzinnen gar gemein ist, ist es doch eine freie Sache, welche fast notwendig zu einigen Handwerken gehört, daher die Kupferschmiede ihre Kupfergeschirre, die Flaschner ihre Flaschen, Seiher, Abnahmlöffel u. dergl. Küchenzeug, so sie aus schwarzem Blech verfertigt, die Sporer ihre Stangen, Bügel, Sporn und Striegel, die Schlosser ihre Schlösser, Bänder und Handhaben, die Zirkelschmiede unzählbare Sachen von ihrer Hände Arbeit usw. selbst verzinnen. Doch gleichwohl findet man einige, sonderlich in Nürnberg, welche sich fast ganz allein vom Verzinnen ernähren und also ein besonderes Handwerk daraus machen, auch den Ruhm haben, daß sie damit vor anderen sehr wohl umzugehen wissen.

Jedoch verzinnen sie nichts, als allerlei von unterschiedlichen Handwerkern bereits verfertigte und ausgemachte Arbeit.

Hingegen findet man in den kurfürstlichen Sächsischen und Brandenburgischen Landen, wie auch im Mailändischen und anderen Orten, wo zähes Eisen aus den Bergwerken gegraben wird, sehr viele Verzinner, welche die aus Eisen geschmiedeten Bleche für die Flaschner, Spengler, Nestler und andere Handwerker, die weiße Bleche verarbeiten, in großer Menge zu verzinnen pflegen, jedoch müssen solche Bleche, wie gedacht, von zähem Eisen sein, weil das mürbe und brüchliche Eisen sich nicht wohl verzinnen läßt.

Es muß aber alles Eisen, so verzinnt werden soll, erstlich gebeizt,

1) Erschienen in der Illustr. Zeitung für Blechindustrie, Leipzig 1908.



sodann ausgescheuert und auf das Reinste gesäubert werden, denn wo nur das Allergeringste hängen bleibt, setzt sich daselbst kein Zinn an. Hierauf wird es gezinnt und nochmals gesäubert und gescheuert, daß es schön blank und glänzend wird.

Damit aber alles recht und der Kunst nach geschehen möge, muß das Zinn, sei es ein sogenanntes Seisen-, Ballen- oder Probezinn, wohl geläutert und in Fluß gebracht werden, wozu aber auch ein besonderer Handgriff und Vorteil gehört, damit sich selbiges wohl ansetze und das Eisen das Zinn im Gegenteile gerne annehme, auch im Durchführen die Arbeit nicht bald schwarz oder rauh und grieslich, sondern schön glatt und mit einem hellweißen Glanz und Spiegel überzogen werde.

Die Nutzbarkeit dieses Handwerkes besteht hauptsächlich darin, daß nicht nur das schwarze Eisen einen schönen Glanz bekommt, sondern durch das Zinn vor dem Rost, und das Kupfer wider den Grünspan bewahret und befreit wird, mithin die daraus gemachten und verzinnten Geschirre sowohl in der Küche, als zu anderen vielfältigen Nutzen, wozu sie ohne dies ohne Schaden nicht zu gebraucheu, mit gutem Nutzen und Vorteil angewendet werden können."

Ich habe hier WEIGL wortgetreu zitiert, weil die Schilderung des Verzinnens in richtiger und charakteristischer Weise wiedergegeben wird und weil wir daraus auf den Umfang, den sowohl die Verzinnerei von Hausgeräten als auch die Herstellung von verzinnten Eisenblechen um das 17. Jahrhundert herum, angenommen hatten, schließen können.

In dem zitierten Werke finden wir gleichzeitig einen Holzschnitt, der uns die Werkstätte eines deutschen Verzinners um die gleiche Epoche herum, vor Augen führt. Ein kleiner Verzinnungsofen, mehrere Behälter für Scheuerwasser, bilden das wichtigste Handwerksgerät darin. Das Bild ist von folgender Allegorie begleitet:

„Das von dem Feuer erweichte Zinn,
verschmäht nicht Kupfer oder Eisen.
So will der Lieb'-erhitzte Sinn,
nicht Freund noch Feinde von sich weisen;
Er teilet mit, so viel er kann,
und rühmet nie, was er getan."

Sehr lehrreich ist die Entwicklungsgeschichte der Verzinnungstechnik in Frankreich. Es scheint, als ob erst um das Jahr 1726 die Herstellung von Weißblechen in größerem Maßstabe begonnen habe. Geht doch die eigentliche Entwicklung des Verzinnens Hand in Hand mit der steigenden Erkenntnis der Beizvorgänge, der ersten Fabrikation der Mineralsäuren und insbesondere mit dem zunehmenden Fortschritte in der Eisen- und Stahlblechfabrikation.



Es ist bekannt, daß das zu verzinnende Eisenblech vorher durch Beizen in Säuren von der anhaftenden Oxydschicht sorgfältigst befreit werden muß.

Es lohnt sich der Mühe hier auf den Stand dieser Technik gegen Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts näher einzugehen. Einige Werke tauchten das zu verzinnende Eisenblech in Salmiaklösung, glühten dasselbe hierauf in eigenen Öfen zur Rotglut und tauchten das geglühte Blech in Wasser. Dadurch fiel die Eisenoxyduloxydschicht leicht ab. Eventuell wurde dies durch Hämmern (Hammerschlag?) und Klopfen gefördert, in der Absicht, den nachfolgenden Beizprozeß abzukürzen. Das Eintauchen in Salmiaklösung vor dem Glühen bewirkte, daß das freiwerdende Ammoniak und ein Teil des Wasserstoffes zwischen Oxydschicht und Blech eindringen konnten und durch Gasdruck erstere mechanisch abhoben. Auch durch das verschiedene Ausdehnungsvermögen der Oxydschicht und des Bleches beim Erkalten, erfolgt eine teilweise Loslösung des ersteren.

Andererseits setzte sich ein Teil des Chlors als Salzsäure an den Blechflächen fest, und beschleunigte beim nachfolgenden Eintauchen in Wasser die chemische Auflösung der Eisenoxyduloxydschicht.

Ursprüglich wurde mit organischen Säuren gebeizt. In dem einen Falle benutzte man „ein Essigsäurebad“, in welchem auf 4 Pfund zirka 2 Unzen Salmiak aufgelöst wurden. In einem anderen Falle benutzte man für denselben Zweck Oxalsäure, Milchsäure usw., durch Gärung von organischen Stoffen erzeugt. Auch den Vorteil der erwärmten Beizen kannte man bereits, indem man beobachtet hatte, daß die Bleche bei höherer Temperatur des Säurebades rascher gebeizt wurden. In Deutschland benutzte man vielfach die sogenannten „Pflanzensäuren“ oder das „Sicherwasser“, hergestellt durch Gärenlassen von Kornmehl. Jede Verzinnerei schwor auf die Vorzüge ihrer Beize, ähnlich, wie dies auch noch heute manchmal in anderen Fabrikationszweigen geschieht.

Die Herstellung der Beizen bildete vielfach ein streng gehütetes Fabrikgeheimnis. Durch Kratzen mittelst Tonscherben und durch Abreiben mit Sand vor dem Einlegen der Bleche in die Säurebeize, suchte man die Beizdauer zu verkürzen. Es darf nämlich nicht übersehen werden, daß entsprechend dem schwachsauren Charakter der verwendeten Säuren, das Beizen eine sehr langwierige Operation war, insbesondere, wenn wir in den modernen Anlagen die Beizdauer auf 30—40 Minuten verkürzt sehen.

Kein Geringerer als der berühmte französische Chemiker und Physiker Réaumur war es, der sich um die genannte Zeit mit der Frage beschäftigt hat, und er war der erste, der verdünnte Schwefelsäure zum Beizen der Bleche vor dem Verzinnen vorschlug.

LEONHARDI wiederum zog eine Beize vor, hergestellt durch Gährenlassen von Kastanienmehl, also ein Luxus, den sich nur besonders privilegierte Gegenden gestatten konnten. RIMMANN [1]) verwendete die in Gährung gebrachte Magermilch, Treber oder angesäuerten Kartoffelkleister.

GMELIN [2]) schlägt das bei der Torfdestillation gewonnene saure Wasser (Holzessig!) vor.

Im Jahre 1725 berichtet RÉAUMUR an die französische Akademie der Wissenschaften über seine Beizversuche. Unter anderem schlug er vor, die Bleche in Essig einzulegen, dieselben dann herauszunehmen und der Einwirkung der Luft auszusetzen.

Er fand, daß die so behandelten Bleche nach 6—8maligem Eintauchen innerhalb 48 Stunden vollkommen gebeizt waren!

Welcher inzwischen erzielte Fortschritte mit unseren modernen Blechbeizen! [3]) Dieser Fortschritt hängt innig zusammen mit der ersten Darstellung und mit der Verbreitung der Schwefel- und Salzsäure und sei hier kurz darüber berichtet: ANGELUS SALA, ein italienischer Arzt und Chemiker, der jedoch in Deutschland lebte, fand bei Versuchen durch Verbrennung von Schwefel bei Gegenwart von Wasser und Sauerstoff die Schwefelsäure oder wie man damals sagte, den „Schwefelgeist". Wenn diese Säure auch schon früher von den Alchymisten gekannt und verwendet worden ist, so war deren Herstellung durch Destillation von Eisenvitriol eine sehr umständliche.

Die französischen Chemiker NICOLAS LEFÉVRE und Lemery erzielte in der Gewinnung dieser Säure einen großen Fortschritt, durch Zusatz von Kalisalpeter, und rief er dadurch geradezu eine Umwälzung in der Schwefelsäurefabrikation hervor. Der Preis des „Schwefelgeistes" oder auch „Glockenschwefelöl" (Oleum sulfuris per campanam) genannt, sank von 33 Francs pro Kilogramm auf bloß 6 Francs. (Heute erhält man fast die 90fache Menge Schwefelsäure um denselben Preis!)

1746 verbesserten die Engländer ROEBUCK und GARBETT das Verfahren noch weiter, und von nun ab wurde England der Hauptsitz dieser Industrie (englische Schwefelsäure), während um dieselbe Zeit herum sich die Schwefelsäuregewinnung im Harze entwickelte. (Nordhäuser oder rauchende Schwefelsäure genannt.)

Kehren wir nach dieser hier notwendig erschienenen Abschweifung zu unserem eigentlichen Thema zurück, so war der Vorgang beim Beizen der zu verzinnenden Bleche im allgemeinen folgender: Man stellte sich

1) Eisenkunde.

2) Technische Chemie.

3) Der Verfasser: „Stahl und Eisen" über mod. Beizen und Glühen von Stahlblech und über neuere Methoden. 1909.



verschiedene Holzbottiche zurecht, welche der Reihe nach schwächere oder stärkere Säure enthielten (je nach dem Grade der vorgeschrittenen Gärung!). Man legte die Bleche zuerst in den ersten Bottich, mit dem schwächsten Säuregehalte ein, und so fortschreitend gelangte man bis zum letzten, der die stärkste Säure enthielt.

Die Bleche verblieben in den einzelnen Bottichen bis zu 24 Stunden! Hierauf wurden sie mit Wasser abgespült, und mit Stroh und Sand von der Hand gescheuert.

Bei den modernen Verzinnungsbeizen hingegen beizt man in Schwefelsäure und legt die Bleche hierauf häufig und unmittelbar vor dem Verzinnen in verdünnte Salzsäurelösungen.

Daß die günstige Einwirkung des Chlors auf die zu verzinnenden Geräte schon längst erkannt wurde, ersehen wir aus der frühzeitigen Verwendung des Salmiaks (Ammoniumchlorid). Man setzte sowohl zur Beize als auch in das eigentliche Zinnbad Salmiak zu.

Bis zum Erlasse der neueren gesetzlichen Vorschriften (1887) setzte man im allgemeinen dem geschmolzenen Zinne Blei zu, einerseits der leichteren Verzinnung halber, andrerseits aus gewinnsüchtigen Motiven. Die Verzinnungsöfen waren in der Regel für ca. 800 kg Zinn eingerichtet. Zu 15—18 Zentnern Zinn setzte man früher 5—8 kg einer „Arcanum" benannten Legierung von Blei, Wismut und Antimon hinzu, sei es um den Glanz zu erhöhen oder den Schmelzpunkt herabzusetzen oder um ein silberähnliches Ansehen der Verzinnung zu erzielen. Die wenigsten der früher verzinnten Geräte könnten den modernen strengen gesetzlichen Vorschriften über Zusatz von Blei, Antimon usw. Genüge leisten. Mit dem Zusatze von oft bedenklichen Mengen von Blei nahm man es damals nicht sehr genau.

Newton schlug den Zusatz von Wismut vor, um das Zinn leichter schmelzbar zu machen.

Zur Verhinderung der Oxydation der Oberfläche des geschmolzenen Zinnes verwendete man an Stelle des heutigen Palmölfettes eigens zubereiteten Rindstalg.

In der richtigen Zubereitung dieses die Oxydation verhindernden Mittels lag ein weiteres Geheimnis, das in den einzelnen Ländern lange und strenge gehütet wurde.

In der Auswahl solcher Kompositionen war man ziemlich erfinderisch. Der Rindstalg wurde durch scharfes Erhitzen und durch Zusatz von geringen Mengen Ofenruß geschwärzt.

Réaumur[1]), dem unsere Technik manche Anregung verdankt, untersuchte

1) Mémoires de l'académie des Sciences 1725.



den Einfluß und die Wirkungsweise der verschiedenen beim Verzinnen verwendeten Fette oder anderer Stoffe und zeigte, daß mit der bloßen Verhinderung der Oxydation die Rolle des Fettes noch nicht erschöpft sei, sondern daß dieselben unter gewissen Umständen ebenso wie einige andere Körper die Glätte und Gleichmäßigkeit der Verzinnung außerordentlich fördern.

Er beobachtete, daß ein Zinnbad, welches bereits so weit abgekühlt war, daß ein mit geschwärztem Rindstalg überzogenes Blech nicht mehr verzinnt wurde, jedoch noch imstande war, ein mit Harz überzogenes Blech zu verzinnen, daß jedoch selbst bei weiterer Temperaturverminderung des Zinnbades auch das Harz versagte, jedoch ein mit Wachs bedecktes Blech noch Zinn annahm und bei noch weiterer Abkühlung dieses Verzinnungsbades sogar ein mit Salmiakpulver eingepudertes Eisenblech noch verzinnt werden konnte.

Er schloß hieraus auf die Reihenfolge der für die oberflächliche Bedeckung des Zinnbades geeignetesten Materien, beginnend mit geschwärztem Rindstalg und mit Salmiak beschließend. Heute wird an manchen Orten Chlorzink zu demselben Zwecke benützt.

DIETRICH [1]) schlug ein Gemisch aus Harz und angebranntem Rindstalg vor. Ein bewährtes Rezept soll darin bestanden haben, daß man in einem Kessel 20 Pfund Talg schmolz, hierauf 4 Pfund Pechharz und 8 Unzen feingepulverten Salmiak und 4 Unzen Steinöl zusetzte und innig vermischte. Als eigenartiger Ersatz des Rindstalges verdient ein Gemisch von Ton mit Pferdemist Erwähnung.

Man vermischte gut gereinigten, sandfreien Ziegelton mit ca. $^1/_4$ bis $^1/_3$ seines Gewichtes Pferdemist, Kuhkot usw., formte hierauf Kugeln von 8 cm Durchmesser, ließ dieselben trocknen und erhitzte im Backofen bis zur Dunkelrotglut unter luftdichtem Abschluß aller Öffnungen.

Man ließ die Masse im Ofen erkalten und setzte zu je 15 kg des so erhaltenen Pulvers noch ca. 60 g Salmiakpulver hinzu. Man bedeckte das Zinnbad in der Stärke von 3—4 cm mit diesem Pulver.

Leider fehlen uns Nachrichten über die Wirkung dieser wenig appetitlichen Mischung, deren Hauptwert wohl im Salmiak gelegen haben mag. Wir sehen daraus, wie sehr die Sucht nach neuen Hilfsmitteln für die Verzinnungstechnik sich schon frühzeitig geltend machte. Ein bei niedriger Temperatur geschmolzener und nicht geschwärzter Rindstalg ist unverwendbar.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts unterschied man zwei Weißblechsorten, nämlich eine von matter und die andere von lebhaft glänzender

1) Descriptions des gîtes minerais.



Oberfläche. Die matte Sorte wurde durch Verwendung eines Zinnbades mit 1/3 Bleigehalt und geringen Mengen von Kupfer, Antimon und Wismut hergestellt. Außerdem fügte man zu dem geschmolzenen Zinn eine geringe Menge von Schwefelarsen zu.

Nach dem Verzinnen wurden die Bleche oder die Blechgegenstände ebenso wie heute durch Abreiben mittels Kleie vom anhaftenden Fette befreit, um endlich als fertige Ware versandt zu werden.

Es ist bekannt, daß beim Verzinnen in zu hoch erhitzten Zinnschmelzen (über 235° C), die Gegenstände beim Erkalten eine gelbliche Färbung annehmen.

Ein aus dem Jahre 1768[1]) herrührender Bericht belehrt uns, daß man schon um diese Zeit verstanden hatte, diese Gelbfärbung durch Eintauchen (2—3 Minuten) in kochende und verdünnte Auflösung von dem Geläger der Weinfässer (Weinstein!) zu verhindern. Heute verwendet man zu diesem Zwecke eine verdünnte, kochende Sodalösung.

Es kann nicht die Aufgabe dieser Studie sein, anf die heutige moderne Verzinnungstechnik einzugehen.

Im Prinzip wurde eigentlich wenig verändert, wenn wir von der Verwendung anderer Beizsäuren, Verzinnungsfette, mechanischer Einrichtungen und elektrolytischer Verzinnung absehen.

Die heutigen Verzinnungsverfahren lassen sich im wesentlichen einteilen in:

1. Verzinnung durch das Weißsiedeverfahren.

2. Fettverzinnung.

3, Elektrolytische Verzinnung (bloßes Kontaktverfahren, Autovoltverfahren) oder Abscheidung des Zinnes aus Zinnsalzlösungen oder durch Verwendung von Zinnelektroden und mit Hilfe des elektrischen Stromes.

Für die Verzinnung durch „Anreiben“ existieren eine große Reihe von Vorschriften, deren Wesen als bekannt vorausgesetzt werden kann.

ad. 1. Man verzinnt durch Weißsieden in der Regel kleine Gegenstände aus Metall. Man bringt die blank gescheuerten Gegenstände in kochende Weinsteinlösung (5 %), kocht unter Zusatz von gekörntem Zinn durch mehrere Stunden, spült mit Wasser ab, reibt und trocknet die verzinnten Gegenstände. Man arbeitet häufig auch mit zinnsaurem Alkali.

ad 2. Die Fettverzinnung für Weißbleche erfolgt nach 3 Methoden: Die englische, die deutsche, und die mechanische Verzinnung.

Die beiden ersten Methoden unterscheiden sich im wesentlichen in der Art der Vorbereitung der Bleche und der eigentlichen Verzinnung von größeren Blechpaketen auf einmal.

---

1) GRAVENHORST: Ausführliche Anweisung zur Verzinnung usw. Braunschweig 1774.



Bei sorgfältiger Durchführung ergibt die deutsche Methode gleich gute Resultate wie die englische.

Das mechanische Verfahren rührt von GIRARD her. Die gebeizten Bleche werden mechanisch durch das Zinnbad hindurchgeführt. Die verzinnten Bleche passieren hierauf Walzen, um das überschüssige Zinn abzustreifen und um die Verzinnung äußerst gleichmäßig zu gestalten.

ad 3. Was endlich die Elektroverzinnung anbelangt, so hat dieselbe in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht und hat eine aussichtsreiche Zukunft vor sich. Das Autovoltverfahren beruht in der Bildung eines schwachen galvanischen Stromes beim Einhängen eines Aluminumkorbes in eine ammoniakalische Zinnsalzlösung. Der zu verzinnende Gegenstand wird in den Aluminiumkorb gelegt.

Das Verfahren gibt meist nur schwache Niederschläge und eignet sich nicht für Haushaltgeräte.

Das elektrochemische Verzinnen beruht in der Anwendung einer Zinnsalzlösung unter Zusatz von Alkali und pyrophosphorsaurem Natron als Elektrolyt und einer Zinnplatte als Elektrode. Für die eigentliche elektrolytische Verzinnung gibt es eine Reihe neuer Verfahren, von denen die deutschen die besten Resultate bisher ergeben haben. (Verfahren von LANGBEIN-PFANNHAUSER).

Es hieße den Raum dieser Arbeit überschreiten, wollten wir auf die mannigfachen modernen Arbeitsmethoden in der Verzinnungstechnik eingehen.

Wir sehen, daß das Prinzip der Fettverzinnung, also der häufigst angewendeten Verzinnungstechnik sich im Laufe der Jahrhunderte kaum geändert hat. Wenn auch das Prinzip erhalten geblieben ist, die eigentliche Verzinnungstechnik hat in bezug auf Ofenkonstruktion, Arbeitseinrichtung, Beizmethoden etc. umwälzende Fortschritte gemacht, die umso anhaltender sein dürften, als man in den letzten Jahren sehr schöne Methoden gefunden hat, das teure Zinn aus Weißblechabfällen und anderen verzinnten Blechgeräten auf rationelle Weise wiederzugewinnen.

Welche Bedeutung die Verzinnungstechnik in Industrie und Haushalte spielt, dürfte aus nachfolgender Statistik über Zinn und Weißblech hervorgehen.

Die Weltproduktion an Zinn im letzten Jahre betrug ca. 100000 tons im Werte von ca. 343 Millionen Mark.

An der Zinnkonsumation waren beteiligt:

Vereinigte Staaten	mit	39 700	tons
Deutschland	„	15 100	„
England	„	20 500	„
Frankreich	„	6 700	„



England importierte 44 500 tons bei einer Ausfuhr von 36 900 tons.

Der größte Teil des Zinns wird von den Straits Settlements geliefert. Leider sind die bisherigen leicht abzubauenden Alluviallager nahezu erschöpft und geht man daselbst von dem billigeren Tagebau zum kostspieligeren Tiefbau über. Diese Tatsache, vereint mit dem steigenden Zinnbedarfe erklärt die außerordentlichen Preisschwankungen, denen das Zinn in den letzten Jahren ausgesetzt war.

Der Jahresdurchschnittspreis pro 100 kg Zinn betrug i. Jahre 1867 172 Mk.
1870 238 „
1880 170 „
1895 128 „
1900 238 „
1907 344 „

Der Zinnpreis stieg im vergangenen Jahre wiederholt bis auf 380 Mk.

Ein Zinnfundort von wachsender Bedeutung ist Bolivia, dessen Jahresproduktion 1907 sich auf über 16 400 tons belief.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß Bolivia in einigen Jahren die Straits Settlements an Bedeutung überholen wird.

Was das Weißblech anbelangt, so führte England allein ca. 390 000 tons im vergangenen Jahre aus.

England erzeugte im Jahre 1907 in 74 Werken mit 383 Walzenstraßen rund 700 000 tons Weißblech.

Diese Ziffern sprechen am besten für die hohe Entwicklung, welche die Verzinnungstechnik heute erlangt hat, und läßt schließen, daß die wichtige Rolle des Zinns in unserer historisch und technisch interessanten Verzinnerei noch für lange Zeit erhalten bleiben dürfte.

Justus von Liebigs Abhandlung: „Der Zustand der Chemie in Preußen".

Von

K. v. BUCHKA, Berlin.

In seinem Aufsatz über: „Die Bedeutung der von BERZELIUS und von LIEBIG geübten Kritik für die Entwicklung der Chemie" erwähnt E. v. MEYER[1]) auch die von LIEBIG im Jahre 1840 veröffentlichte Abhandlung über „den Zustand der Chemie in Preußen"[2]), die seinerzeit großes Aufsehen erregte und die für die ganze weitere Entwicklung des chemischen Unterrichts in Preußen, wenn auch erst in späterer Zeit, von großer Bedeutung geworden ist.

Gelegentlich einer anderen hier nicht in Betracht kommenden Frage wurde ich auf die Beurteilung aufmerksam, welche dieser Aufsatz LIEBIG's seinerzeit bei hervorragenden Fachgenossen erfahren hat. Da es mir ferner auffallend erschien, daß diese Ausführungen LIEBIG's, der damals doch schon ein hohes wissenschaftliches Ansehen genoß, zunächst in Preußen so wenig Erfolg hatten, so schien es mir immerhin der Mühe wert, der Stellungnahme von LIEBIG's Freunden und Fachgenossen zu der aufgeworfenen Frage, wie sie sich vornehmlich aus den seither veröffentlichten Briefen von LIEBIG, WÖHLER, BERZELIUS, MAGNUS und MITSCHERLICH ergibt, näher nachzugehen. Fragen des wissenschaftlichen Unterrichtes dürfen immer Anspruch auf Beachtung bei den Fachgenossen erheben. Auch ist es bekannt, daß die Erörterungen über die zweckmäßigste Ausbildung der Chemie Studierenden niemals geruht haben. Man bedenke nur, welche Mittel heute für den Unterricht in der Chemie aufgewendet werden und wie die Regierungen aller Kulturstaaten heute nach Maßgabe der verfügbaren Mittel andauernd bemüht sind, die Hilfsmittel des chemischen Unterrichtes immer zweckmäßiger zu gestalten. Dem gegenüber erscheint die damalige zögernde Haltung der preußischen Regierung trotz der veränderten sonstigen Verhältnisse, heute schwer verständlich. Mag nun auch

---

1) Diese Zeitschrift, 1908, I, 79.

2) Annalen der Chemie und Pharmacie 34 (1840), S. 97 ff.



ein Teil der von LIEBIG gegen die preußische Regierung erhobenen Vorwürfe der sachlichen Begründung nicht entbehrt haben, so findet doch der nur langsame Erfolg dieser Vorhaltungen wohl nicht nur seinen Grund in einer Verstimmung der beteiligten Kreise der Regierung, sondern vielmehr auch darin daß, wie sich aus dem Nachfolgenden ergeben dürfte, Fachgenossen und Freunde LIEBIG's mehrfach an der Form Anstoß nahmen, in die LIEBIG sein Urteil über den damaligen Zustand der Chemie gekleidet hatte, und daß er überdies von dieser Seite auch wohl der Übertreibung geziehen wurde. Da kann es nicht wunder nehmen, daß die preußische Regierung nicht sogleich bereit war, seinen Vorstellungen Folge zu geben. Vielleicht würde LIEBIG mehr erreicht haben, wenn er eine weniger scharfe Form des Vorwurfes gewählt hätte. Indessen lag dies nicht in seiner Natur. Mit Recht hebt E. v. MEYER a. a. O. hervor, daß LIEBIG's Ausführungen von echtester Begeisterung getragen waren.

Dieser Eindruck muß sich jedem Leser der LIEBIG'schen Abhandlung aufdrängen, die, wenn auch ihrem Titel, so doch nicht dem Inhalt nach, so allgemein bekannt sein dürfte, wie sie es verdient.

J. VOLHARD gibt in seiner Lebensbeschreibung JUSTUS VON LIEBIG's [1]) einen ausführlichen Auszug aus LIEBIG's hier in Rede stehendem Aufsatz über den Zustand der Chemie in Preußen, auf den im übrigen verwiesen sein mag. Nur sei besonders noch hervorgehoben, daß LIEBIG neben einer herben Beurteilung der bestehenden Verhältnisse zugleich auch den Weg weist, der begangen werden müsse, um den Unterricht in der Chemie auf die Höhe zu bringen, welche der Bedeutung der Wissenschaft entspreche. Man müsse die Schüler lehren „wie rein wissenschaftliche Fragen lösbar sind und gelöst werden müssen" [2]). Dann seien sie auch imstande, in der Praxis die ihnen dort entgegentretenden Aufgaben zu lösen. Es bedarf wohl nicht einer besonderen Ausführung, daß die großen Erfolge der Chemie wesentlich durch die Befolgung dieses Grundsatzes beim heutigen Unterricht erzielt sind. VOLHARD bemerkt zu LIEBIG's Ausführungen, daß seine Vorwürfe auf die preußische Regierung wenig Eindruck gemacht haben und daß es noch reichlich ein Jahrzehnt gedauert habe, bis man in Preußen anfing, an die Einrichtung chemischer Laboratorien heranzutreten [3]).

LIEBIG selbst hat sich über den Erfolg seiner beiden Aufsätze über den Zustand der Chemie in Österreich (1838) und in Preußen (1840) wie folgt ausgesprochen [4]):

---

1) JUSTUS VON LIEBIG, von JACOB VOLHARD (Leipzig 1909) I, 363ff.

2) Annalen der Chemie und Pharmacie, 34 (1840), S. 129.

3) Ebenda S. 369f.

4) Ebenda S. 369 nach: Augsb. Allgem. Zeitung 1864, Nr. 183, v. 1. Juli 1864.

„So besprach ich unter anderem in meiner Zeitschrift in den Jahren 1838 und 1840 den Zustand der Chemie in Österreich und in Preußen, und es fanden meine sehr wenig günstigen Schilderungen derselben in beiden Ländern eine durch ihre Verschiedenheit bemerkenswerte Aufnahme. In den Augen des damaligen Referenten in Unterrichtssachen in Berlin hatte ich ein Staatsverbrechen begangen, und die Strafe dafür war, daß viele Jahre lang keiner meiner Schüler zu einer Universitätsstelle in Preußen gelangte. In Österreich machten sie einen entgegengesetzten Eindruck; viele Jahre lang bekam kaum ein Kandidat eine chemische Lehrstelle in Österreich, der sich nicht in Gießen ausgebildet oder dort seine Studien vollendet hatte. In Preußen wurde meine offene und rücksichtslose Darlegung der vorhandenen Schäden und Mängel als eine persönliche Beleidigung der leitenden Unterrichtsbehörden, in Österreich als das angesehen, was sie sein sollte, als ein dringender Mahnruf zu Besserungen. In Berlin haben sich jetzt die Ansichten geändert."

Von den Äußerungen seiner Freunde zu der Frage seien zunächst diejenigen FRIEDRICH WÖHLER's erwähnt.

WÖHLER schreibt unter dem 29. Mai 1840 an LIEBIG folgendes[1]):

„Deinen merkwürdigen Aufsatz über die Chemie in Preußen konnte ich vorläufig nur flüchtig lesen. Er ist vortrefflich geschrieben, voller Wahrheiten und guter Ideen, aber Du hast damit in ein gewaltiges Wespennest gestochen. Du hast darin eine Menge von Dingen gesagt, die mir schon lange im Sinn herumgingen, ohne daß ich ihnen den klaren Ausdruck geben konnte, womit Du sie zur Welt gebracht hast. Die letzte Zeile, das was Du über das chemische Studium der Juristen in Hannover sagst, mußt Du, wenn es noch Zeit ist streichen, denn es enthält eine Unrichtigkeit."

Wieviel LIEBIG an WÖHLER's Urteil gelegen war, ist daraus ersichtlich, daß LIEBIG bereits am 1. Juni 1840 folgende Antwort an WÖHLER sandte[2]):

„Ich erhalte soeben Deinen Brief vom 29. Mai und darin ein Stück von Deiner Meinung über den Aufsatz (Chemie in Preußen). Es ist mir von großer Wichtigkeit, sie ganz zu wissen, da mich eine Menge Gründe veranlassen, einige tausend Exemplare davon als besondere Broschüre in die Welt zu schicken; viele Personen wünschen es; ich bitte Dich also dringend, Dich im ersten freien Augenblicke hinzusetzen und mir eine vollständige Kritik zu senden; erwäge aber, daß ich als Autor Partei bin, nämlich für die Chemie, und daß mir deshalb manches zu gut gehalten werden muß, was ich den Anderen gegenüber zu sagen mich veranlaßt sah. Hätte ich es mit Dir und zwei oder drei Anderen zu tun gehabt, so wäre vieles überflüssig gewesen; allein mein Zweck ist auf das große Publikum und auf die Regierungen zu wirken. Der Himmel gebe seinen Segen dazu und emanzipiere uns. Die Chemie stand bisher, den anderen Fächern gegenüber in einer sonderbaren Lage, wir werden gewissermaßen als Eindringlinge betrachtet; allein dies soll sich ändern, sie soll neben oder über den anderen stehen."

Leider bringt der Briefwechsel WÖHLER's Antwort nicht zum Abdruck. Sie muß aber wohl nicht ganz nach LIEBIG's Erwartung ausgefallen sein. Denn LIEBIG schreibt am 14. Juni desselben Jahres an WÖHLER[3]):

---

1) Aus JUSTUS LIEBIG's und FRIEDRICH WÖHLER's Briefwechsel in den Jahren 1829—1873 (Braunschweig 1888) I, S. 159.

2) Ebenda S. 160. 3) Ebenda, I, S. 161.



„Was hast Du denn eigentlich an dem Artikel auszusetzen? Daß die Welt einmal von einer anderen Seite als von der unberufener Schwätzer erfährt, was Naturforschung ist, kann man doch kein Unglück nennen. Du weißt eigentlich nichts dagegen zu sagen, willst aber an dem Kampfe der sich eröffnen wird, keinen Anteil nehmen. Du tust, als wenn Du mißbilligst, und bist doch im Innern einerlei Meinung mit mir. Alle die Gegner, die sich erheben können, sind nicht stark genug, um zu siegen; die gute Sache ist stärker."

Ferner kommt LIEBIG in einem Brief an WÖHLER vom 3. Juli 1840 nochmals auf die Sache zurück, indem er schreibt [1]):

„Ich bin froh, daß Du an dem Tatsächlichen des Aufsatzes: „Über den Zustand der Chemie" nichts auszusetzen gefunden hast; was das andere betrifft, so war, wie Du weißt, mein Zweck, das Wesen der Chemie in seinem wahren Lichte der Nation vor Augen zu bringen. Was meine Ansichten über Mathematik betrifft, so sind sie natürlich individuell und keiner Diskussion fähig. MAGNUS und H. ROSE haben sich — ich hätte beinahe gesagt, wie Schuster benommen, ich hätte Lust, Dir ihre Briefe zu schicken.

In dem von JUSTUS CARRIÈRE veröffentlichten Briefwechsel von BERZELIUS und LIEBIG [2]) findet sich zwar eine Erwähnung der Berufung LIEBIG's nach Wien, die infolge seiner Schrift: „Der Zustand der Chemie in Österreich" [3]) ergangen war. Eine Erwähnung von LIEBIG's Schrift über den Zustand der Chemie in Preußen, habe ich dort aber nicht finden können.

Auch in dem vom KAHLBAUM herausgegebenen Briefwechsel von LIEBIG und FRIEDRICH MOHR [4]) findet sich wohl LIEBIG's Aufsatz über den Zustand der Chemie in Österreich, nicht aber der über den Zustand der Chemie in Preußen erwähnt.

Dahingegen liegt eine Äußerung von GUSTAV MAGNUS zu dieser Frage vor. In einem Briefe vom 14. Juni 1840 fragt MAGNUS folgendermaßen bei BERZELIUS an [5]):

„Haben Sie vielleicht LIEBIG's Artikel über den Zustand der Chemie in Preußen gelesen? Er sagt eben auf den 2 1/2 Bogen nicht viel, aber das wenige, was so oft wiederholt dasteht, fördert die gute Sache durchaus nicht, im Gegenteil, es schadet vielmehr, denn man sieht daraus, daß die Chemie allein doch kein hinreichendes Bildungsmittel ist, um jemand in den Stand zu setzen, einen Gegenstand ruhig und kaltblütig zu beurteilen und sein Urteil klar und scharf wiederzugeben. Und das gibt den Widersachern der Naturwissenschaften nur ein neues Recht, die Humaniora mit aller Festigkeit aufrecht zu erhalten. Außerdem enthält

1) Ebenda, I, S. 162.

2) BERZELIUS und LIEBIG. Ihre Briefe von 1831—1845. Herausgegeben von JUSTUS CARRIÈRE (München und Leipzig, 1893), S. 231 und 232.

3) Annalen der Chemie und Pharmazie 25 (1838), 339 ff.

4) JUSTUS VON LIEBIG und FRIEDRICH MOHR in ihren Briefen, von 1834—1870. Herausgegeben von G. W. A. KAHLBAUM (Leipzig 1904), S. 56 ff.

5) Aus JAC. BERZELIUS und GUSTAV MAGNUS Briefwechsel in den Jahren 1828—1847. Herausgegeben von EDVARD HJELT. (Braunschweig, 1900) S. 158.



der Aufsatz tatsächliche Unrichtigkeiten, und wer ihn genau liest, sieht, daß er hauptsächlich gegen MITSCHERLICH gerichtet ist, wiewohl der Verfasser sich dagegen im Eingange verwahrt. LIEBIG wirft dem preußischen Gouvernement vor, keine Chemiker gebildet zu haben, hat Herr LIEBIG welche gebildet? mir sind keine bekannt, wenigstens gewiß nicht mehr, als in Berlin gebildet worden. Der einzige gerechte Vorwurf, den er macht, ist der, daß die Professuren der Chemie auf anderen preußischen Universitäten so schlecht besetzt sind. Und da kann man auch noch immer sagen, daß sie würden besser besetzt werden, wenn nur Leute da wären, die etwas Selbständiges geleistet hätten, und von denen man sicher überzeugt sein könnte, daß sie ferner etwas leisten würden. Bitte sagen Sie mir doch gefälligst ein Wort über den Eindruck den das Schriftchen auf Sie gemacht hat."

Hierauf antwortete BERZELIUS am 30. Juli 1840 [1]):

„LIEBIG's Artikel über den Zustand der Chemie in Preußen habe ich noch nicht gesehen; aber ich errate, daß er hart ist, denn MITSCHERLICH scheint sein besonderer Feind zu sein, dem er niemals versäumt bei Gelegenheit einen Hieb zu geben."

MAGNUS kommt in einem Brief vom 29. Oktober 1840 nochmals auf die Frage zurück, indem er schreibt [2]):

„Ich wünschte wohl zu wissen, was Sie zu LIEBIG's Artikel über den Zustand der Chemie in Preußen sagen?"

Leider enthält die Antwort von BERZELIUS an MAGNUS auf diesen Brief vom 22. Dezember 1840 [3]) keine hierauf bezügliche Stelle. Anscheinend ist sie absichtlich in dem Briefwechsel nicht mit abgedruckt.

Dahingegen ergibt sich BERZELIIUS Stellungnahme zu dieser Frage aus dem Briefwechsel zwischen BERZELIUS und EILHARD MITSCHERLICH.

MITSCHERLICH berührte diese Frage in einem Brief an BERZELIUS vom 6. August 1841, indem er schrieb [4]):

„Durch LIEBIG's Angriffe auf unsere Tätigkeit hier, was die Verbreitung chemischer Kenntnisse anbetrifft, bin ich gezwungen, öffentlich von der meinigen Rechenschaft zu geben, und wenn sie sich auch größtenteils darauf beschränkt hat, daß ich Deine Methoden so verbreitet habe, daß sie durch das ganze Land hindurch gekannt und angewandt werden und seit längerer Zeit sich auch von hier aus nach England verbreitet haben, so glaube ich dadurch mir für Deutschland ein Verdienst erworben zu haben, welches LIEBIG, schon weil er zu spät kam, sich nicht mehr erwerben konnte."

Darauf äußerte BERZELIUS sich in einem Schreiben an MITSCHERLICH am 3. September 1841 folgendermaßen über diese Frage [5]):

„Mit Deinem Vorsatz, anläßlich X.'s Schrift über den Zustand des chemischen Unterrichtes in Preußen etwas zu schreiben, bin ich nicht recht zufrieden. Obschon ich davon überzeugt bin, daß das, was Du anführen wirst, klug, wahr und würdig

1) Ebenda, S. 163.

2) Ebenda, S. 164.

3) Ebenda, S. 165.

4) Gesammelte Schriften von EILHARD MITSCHERLICH, herausgegeben von A. MITSCHERLICH (Berlin, 1896), S. 116.

5) Ebenda, S. 19



sein wird, so betrachte ich ein öffentliches Zugeständnis, daß man die . . . . . . schrift gelesen hat, doch als eine zu große Ehre für ihren Verfasser, die um so größer ist, wenn man durchscheinen läßt, daß seine Schrift eine Widerlegung verdient. Glaube mir, daß einen Verfasser solcher Schriften nichts mehr grämt, als zu erfahren, daß ihnen Niemand Beachtung schenkt, denn in einer Behandlung derselben mit Stillschweigen liegt eine viel härtere Widerlegung als sie durch Worte zu erreichen ist. X.'s wenig wohlbedachte Ausfälle gegen Zeise, Hess, Fritsche, Laurent u. A. haben Allem, was er in dieser Hinsicht geschrieben hat oder schreiben wird, die Spitze abgebrochen. Er selbst ist der unter allem diesen am meisten Leidende. Wenn Du meinem Rate folgst, so läßt Du ihn in Ruhe."

Um das zum Teil scharfe Urteil seiner bisherigen Freunde und Fachgenossen über die von Liebig geübte Kritik zu würdigen, muß man vor allem auch ihre persönlichen Beziehungen zu Liebig in jener Zeit berücksichtigen.

Zwischen Berzelius und Liebig bereitete sich bereits damals die spätere Entfremdung beider vor (vergl. z. B. den Brief von Wöhler an Liebig vom 31. Juli 1842 in dem von J. Carrière herausgegebenen Briefwechsel von Berzelius und Liebig, S. 241; ferner ebenda S. 243 den Brief von Liebig an Berzelius vom 2. August 1842, desgleichen S. 246f. den Brief von Liebig an Wöhler vom 3. November 1842, von Wöhler an Liebig vom 28. Oktober 1843 usw.).

Mitscherlich dagegen war bereits früher von Liebig in sehr heftiger Weise angegriffen (vergl. hierzu die gesammelten Schriften von Eilhard Mitscherlich herausgegeben von A. Mitscherlich, Berlin, 1896, S. 19), so daß es nicht wunder nehmen kann, wenn Mitscherlich in dem vorliegenden Falle in seinem Urteil befangen war.

Bei dieser Stellung der Fachgenossen kann es aber nicht verwundern, daß die preußische Regierung zögerte, den Anregungen Liebig's alsbald Folge zu geben. Denn die Unterrichtsverwaltung war doch schließlich damals wie jetzt in Unterrichtsfragen auf das Urteil sachverständiger Gelehrter angewiesen.

Erst eine spätere Zeit urteilte über Liebig's Vorgehen unbeeinflußt durch die seinerzeit mächtigeren persönlichen Gesichtspunkte.

So äußert sich A. W. Hofmann in der „Faraday Lecture for 1875" folgendermaßen über Liebig's in Rede stehenden Aufsatz:

„Among his essays, two very important papers, „On the state of chemistry in Austria" (1838) and „On the study of the natural sciences, and on the state of chemistry in Prussia" (1840) must be singled out; since they have exercised a most powerful influence on the development of chemical education in those two countries — the Governments of which they impressed with the necessity of providing

1) The Faraday Lecture for 1875. The Life-work of Liebig by A. W. Hofmann. (London, 1876), S. 124.



ample funds for the foundation and endowment of institutions for instruction in experimental science."

Es ist hier nicht der Ort auf die Frage näher einzugehen, in welcher Weise sich seither die Verhältnisse des chemischen Unterrichtes im Deutschen Reich und in Österreich verschoben haben. Das Verdienst muß aber LIEBIG unverkürzt bleiben, durch seine unerschrockene Kritik den ersten Grund zu dem heute so hoch entwickelten Stande des chemischen Unterrichts gelegt zu haben.

Euricius Cordus und dessen Botanologicon 1534.

Von Archivar a. D. F. W. E. ROTH.

Über EURICIUS CORDUS, dessen lateinische Gedichte 1564 erschienen[1]), besitzen wir eine eingehende Lebensbeschreibung[2]), was hier ein Eingehen auf solche überflüssig macht. Der Mann war auch philologisch-botanischer Schriftsteller und trug vieles dazu bei, die Namenerklärung der Alten zu fördern und machte sich kritisch verdient. — OTTO BRUNFELS[3]) und dessen Verleger JOHANN SCHOTT zu Straßburg hatten seit 1530 das erste kritisch erscheinende und bildergeschmückte Kräuterbuch, die Herbarum vivae eicones[4]), den novi herbarii tomus secundus (1532)[5]) und das deutsche Kräuterbuch[6]) herausgegeben und damit die Augen der Ärzte und Pflanzenkenner auf sich gezogen. So abgerundet die sonstigen Schriften des BRUNFELS auf theologisch-pädagogisch-medizinischem Gebiet waren, so sehr entbehrten diese lateinischen und deutschen Kräuterbücher einer Abrundung und des Abschlusses in der Redaktion. Hier mußte ein Teil den anderen berichtigen und ergänzen. Es scheint, daß BRUNFELS und der geschäftlich bei der Sache interessierte Verleger SCHOTT von irgend einer Seite Konkurrenz fürchteten und deshalb die Sache beschleunigten. Ob die damaligen Botaniker HIERONYMUS BOCK, der Graf HERMANN VON NEUENAHR oder EURICIUS CORDUS Gerüchte von ihren bevorstehenden Veröffentlichungen verbreitet, läßt sich jetzt nicht mehr ermessen[7]). Die Zeit für eine abschließende bildergeschmückte Leistung war um 1530 überaus günstig, viele Alten waren veröffentlicht, Kritisches war gedruckt worden, die Technik des Holzschnitts war auf ihrer Höhe angelangt, es fehlten nur eigene Beob-

1) EURICII CORDI opera poetica omnia. Francofurti ad M. 1564.

2) KRAUSE C., EURICIUS CORDUS, eine biographische Skizze aus der Reformationszeit. Marburg (Hanau). 1863, Oktav.

3) Über BRUNFELS vgl. meinen Aufsatz in Botanische Zeitung 1900, Heft XI/XII S. 191 f.

4) Ebenda S. 225.

5) Ebenda S. 227. Ein dritter Teil folgte 1536, vgl. S. 228.

6) Ebenda S. 229.

7) Botanische Zeitung, 1900 S. 203.



achtungen verbunden mit guter Auswahl der darzustellenden Pflanzen[1]). Alles in allem erreichte BRUNFELS nur teilweise diesen Zweck in seinen Schriften. EURICIUS CORDUS sah nur zu bald die Mängel des BRUNFELS ein und gab gegen diese und die Ansichten von Zeitgenossen sowie einiger älterer Botaniker die kritisch-philologisch-naturkundliche Schrift: Botanologicon 1534 heraus[2]). Scharf beurteilend aber ohne alle persönlichen Angriffe gab er seine Ansichten kund. Und er kannte die Literatur bis auf die neuesten Ausgaben gründlich und lückenlos. Er erwähnt des JOHANN DRYANDER genannt EICHMANN, des JOHANN RUELLIUS[3]), LEONARD FUCHS[4]) und OTTO BRUNFELS und ihrer Schriften. Dabei strebte er mehr nach der richtigen Benennung der Pflanzen als nach deren Abbildung[5]). Mehrfach kritisierte er Abbildungen bei BRUNFELS als unzureichend und irreführend, tadelte, wenn BRUNFELS den Phu der Alten mit der Valeriana identifiziert[6]). CORDUS bespricht überhaupt gerne die Pflanzennamen in philologischer Richtung, stellt solche richtig, und behandelt nebenbei kleine Unterschiede der Pflanzen gegen frühere Beschreibungen[7]). Der BRUNFELS kommt meist bei ihm schlecht weg[8]), während er des HIERONYMUS BRUNSCHWYG Arbeit anerkannte, aber auch bei deren Weitverbreitetheit vor derselben warnte[9]). Die Schrift des CORDUS liest sich langweilig; schon die Form des Gesprächs, welche CORDUS wählte, trägt nicht dazu bei, den Inhalt flüssiger zu machen, doch verdient dieselbe bei ihren Anläufen, der Kritik der Pflanzennamen und Naturbeobachtung gerecht zu werden, bei manchem verkehrten Urteil[10]) eine Ehrenstelle in der Literatur. Der Verfasser

---

1) Ebenda S. 204.

2) Vgl. Bibliographie.

3) Botanologicon 1534 S. 13—14.

4) Über FUCHS vgl meinen Aufsatz im botanischen Zentralblatt 1898 (VIII) S. 1 f.

5) Botanologicon 1534, S. 14.

6) Botanologicon 1534 S. 47, Item non verum esse video, quod Brunfelsius ait, Phu sine controversia nostram esse Valerianam. Ebenda S. 27 Utinam imitatus te fuerit Brunfelsius, qui bonam herbarum suarum partem non ad historicam fidem, sed vulgarem potius indicationem ac opinionem pinxit.

7) Ebenda S. 47.

8) Ebenda S. 74. Aperi tu Brunfelsii tomos et eiusdem saniculae egregie expressam icona conspice. In quinque partes divisa quidem folia habet, sed quae in supremis coliculis coacervata quasi capitula appareat, multi fructus, sed herbacei coloris muscosi et a fragis plurimum differentes flores sunt, quas viva herba melius quam quaevis pictura exhibet, ut forte aliquando videbis. Ebenso S. 141.

9) Ebenda S. 79. Über HIERONYMUS BRUNSCHWYG vgl. meinen Aufsatz in der Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausg. von Dr. G. BRANDES. Band 75. (Stuttgart 1902), S. 102 f.

10) Wogegen die Fortsetzer des herbarium des BRUNFELS 1536 auftraten, vgl. botanische Zeitung, 1900, S. 229.



hätte als Botaniker zu den schönsten Hoffnungen berechtigt, wenn ihm nicht durch frühen Tod Einhalt geboten worden wäre. CORDUS zählt mit Recht zu den „Vätern der Botanik", der auf humanistischer Grundlage in den Geist der Benennungen der Griechen und Arabisten einzudringen wußte [1]).

Bibliographie.

1. Blatt 1 Titel Vorderseite:

Lindenblättchen EVRICII Lindenblättchen | CORDI SIMESVSII MEDICI | Botanologicon | HEVS MEDICE | Vis uarias aliter quàm doctus es hactenus herbas | Scire, novus multas iste libellus habet. | Vt retinax primum sibi testa reseruet odorem, | Sex nisi quadrantes et breuis hora perit. | Quae si quàm nostris lusorum perdere chartis | Malis, tunc aliquid doctius aede tuum. | Druckmarke. | COLONIAE | apud Joannem Gymnicum Anno | DMXXXIIII. |

Titelrückseite:

EVRICII CORDI AD | SENATVM BREMENSEM | epigramma. |

Blatt 2 (A[2]) Vorderseite: PRVDENTISSIMIS CIRCVM | spectissimisq; uiris, Senatui populoque | Bremensi Euricius Cordus Sim | susius medicus suus | S. D. P. |

Duodez, 185 gez. Seiten + 22 n. gez. Seiten Index sowie Errata.

Straßburg, Univ.-Bibl.

2. Blatt 1 Titel:

Euricij Cordi Simesusij | Botanologicon. | ELENCHVS MELIORVM | rerum quae in eo continentur. | Valerij Cordi Adnota- | tiones in Dioscoridis de me- | dica materia libros. | INDEX LOCVPLETISSIMUS. | DE HERBIS SINGVLIS | ac reliquis simplicibus, quorum medicinae | vsus est, iudicium, et huius generis | eorum | quae apud medicos controuertuntur | explicationem, hi duo libelli complectuntur. | *Δεύτεραι φροντίδες σοφώτεραι.* | PARISIIS, | Apud Guil. Morelium. | M. D. LI. |

Titelrückseite: HEVS MEDICI. | Dem Senat der Stadt Bremen gewidmet von Euricius Cordus: Marburg ipsis Januarii Calendis 1534 wie in der Originalausgabe Cöln 1534.

Duodez, 4 n. gez. Blätter (A II—A III) + 395 gez. Seiten + Index.

Darmstadt, Hofbibl.

Eine Ausgabe Marburg 1535 dürfte sehr zweifelhaft sein. Vergl. A. v. DOMMER, die ältesten Drucke aus Marburg in Hessen, 1527—1566. Marburg 1892 S. 43 N. 61.

1) Über CORDUS vgl. MEYER, Geschichte d. Botanik IV, S. 248. SPRENGEL, Gesch. d. Botanik, 1807, I, S. 256. PRITZEL, thesaurus botanicus n. 1979. HALLER, bibliotheca botanica, I, S. 265. STRIEDER, hessische Gelehrtengeschichte II, S. 293. GRAESSE, Handbuch der allgemeinen Literaturgeschichte IV, S. 663.



Der Botaniker Zacharias Rosenbach 1611—1638.

Von Archivar a. D. F. W. E. ROTH.

ZACHARIAS ROSENBACH gehört zwar nicht zu den für ihre Zeit grundlegenden Botanikern, aber immer spielte der Mann als Lehrer der Botanik und Verfasser eines wissenschaftlichen Lehrbuchs, dessen Abfassung in die schweren Zeiten des Dreißigjährigen Kriegs fiel, eine Rolle in der einschlägigen Literatur und verdient, aus der Vergessenheit hervorgezogen zu werden.

Häufig gingen die ersten Anregungen zur Abfassung von Lehrbüchern der Botanik von Hochschulen aus, da dort die Heilkunde und somit die dazu gehörige Pflanzenkunde als Unterabteilung gelehrt ward, Ausflüge zum Sammeln und Kennenlernen der Gewächse stattfanden, zumal damals die Heilmittel so ziemlich alle aus der Pflanzenwelt entnommen wurden. Auch ROSENBACH war Arzt, er gehört aber zu denjenigen seines Standes, welche die Naturwissenschaften, darunter die Botanik, von der Heilkunde abgetrennt sehen wollten und sein Lehrbuch bahnte hierin die Wege, wenn auch in sehr bescheidener Art. ROSENBACH war auch Pflanzengeograph und kümmerte sich um Verbreitung und Standorte, Verwendung der besprochenen Pflanzen in der Technik, wie er auch die Anfänge einer Flora seines Wirkungsorts Herborn geschaffen haben dürfte, ferner zur Verbreitung wertvoller ausländischer Gewächse in Kreisen des Volkes wesentlich beitrug und zu diesem Zwecke solche Gewächse heranzog.

ZACHARIAS ROSENBACH entstammte dem Städtchen Butzbach in der Wetterau und dürfte zwischen 1590 und 1595 geboren sein. Näheres ist nicht bekannt. Er wurde am 3. Juli 1611 unter dem Rektor Wolfgang Ficinus ln die Stammrolle der Hochschule zu Herborn in Nassau eingetragen[1]). Von Herborn wandte sich ROSENBACH nach Heidelberg, wo er am 14. September 1613 als Studierender aufgenommen wurde[2]), kehrte nach Herborn zurück und machte seinen medizinischen Doktor mit der Dissertation: Disputatio de hydrope Resp. Sacharia ROSENBACH. Herbornae,

1) A. v. d. LINDE, die Nassauer Drucke der k. Landesbibliothek zu Wiesbaden. Wiesbaden, 1882, I, S. 390.

2) TOEPKE, Heidelberger Matrikel, II, S. 265.



1613 [1]). Dürfen wir dem Verlagsort des Drucks: De intimationibus disputatio in decas IV. disputationum ed. JOHANN JACOB GENATHIUS, Basel 1620 [2]) trauen, so befand sich ROSENBACH 1620 zu Basel. Zu unbestimmter Zeit war ROSENBACH der Schüler des Botanikers CASPAR BAUHIN und des Arztes THOMAS PLATER in der Kräuterkunde und Anatomie, ging dann nach Padua, wo er sich einige Jahre aufhielt, nach Rom, Florenz, Mailand, Venedig und Genua, bildete sich zu Montpellier in der Chirurgie und Hebammenlehre aus, besuchte Schlesien, Böhmen, Polen und Ungarn, auch England, und wurde, nachdem er sich in seiner Wissenschaft nach dem polyhistorischen Gebrauch seiner Zeit vielseitig ausgebildet und praktisch in der Welt umgesehen [3]), am 20. Dezember 1621 als Doktor der Medizin zu Heidelberg neuerdings eingeschrieben, indem er die Einschreibung von 1613 erneuern ließ und zugleich versprach, nach den Statuten der hohen Schule sich halten zu wollen [4]). Es durfte diese Einschreibung mit dem Bestreben, eine Professur in Heidelberg zu erhalten, zusammenhängen. ROSENBACH scheint zu Heidelberg keinen Erfolg gehabt zu haben, wurde aber nach dem Tode des Herborner Professors MATTHAEI durch Berufung dessen Nachfolger im Amte eines Professors der Heilkunde und der Naturwissenschaften und begann seine Vorlesungen als Ordinarius im Juni 1623 [5]). Herborn war damals eine blühende, aus Hessen und selbst dem Auslande stark besuchte Hochschule; dem ROSENBACH sollte es zweite Heimat und Sterbeort werden.

Zu Herborn lehrte damals der berühmte Professor JOHANN HEINRICH ALSTEDT [6]) und gab 1626 zu HERBORN sein Lehrbuch compendium lexici philosophici, eine oft aufgelegte Enzyklopädie, heraus [7]). Jedenfalls auf seine Veranlassung hin lieferte ROSENBACH dazu einen Anhang mit dem Titel: Quatuor indices physici corporum naturalium perfecte mixtorum I. Metallicus, seu fossilium. II. Botanicus sive plantarum III. Zodiacus, seu animalium. IV. Anatomicus, sive partium corporis humani. Studio

1) A. v. d. LINDE a. a. O. II, S. 213 n. 1091.

2) Lindenius renovatus ed. Mercklin. S. 1053—1054.

3) Dillenburgische Intelligenznachrichten des Jahres 1779. Dillenburg (1779) Spalte 631—632.

4) TOEPKE, Heidelberger Matrikel, II, S. 305.

5) v. d. LINDE, a. a. O. I S. 390. Dillenburgische Intelligenznachrichten 1779 Sp. 631—632.

6) Über ALSTED vgl. meinen Aufsatz in Monatshefte der Comeniusgesellschaft 1895, S. 29—44.

7) VOGEL, C. D., Beschreibung von Nassau. Wiesbaden, 1843, S. 57. VOGEL, C. D., Archiv der Nassauischen Kirchen- und Gelehrtengeschichte, I, Hadamar und Coblenz, 1818, S. 162. ROTH in Monatshefte der Comeniusgesellschaft, 1895, S. 42 n. 40. v. d. LINDE a. a. O. S. 74 n. 53.



Zachariae Rosenbachii med. D. ac Professoris in illustri schola Herbornensi. — Herborn. 1626[1]). Das Ganze ist ebenfalls eine Enzyklopädie der Naturwissenschaften mit Einschluß der Anatomie. Der erste Teil über Metalle ist Auszug in freier Überarbeitung aus des GEORG AGRICOLA Schrift: Libri X. de natura fossilium, Teil II solcher aus des CASPAR BAUHINI PINAX theatri botanici[2]) und handelt über einzelne Pflanzengruppen: Gräser, Getreide, Zwiebeln, Knollengewächse und Lilien, Kohlarten, Cruciferen, Compositen, Umbelliferen und andere. ROSENBACH war in dieser anstrebenden Systemkunde allgemeiner Vereinigung verwandter Gewächse ein Kind seiner Zeit und steht vollständig auf dem Boden der Vorgänger, ADAM LONICER[3]), MATTHIOLI[4]) und BAUHIN. S. 1982 seines Buches bespricht ROSENBACH den damals viel genannten Tabak und dessen Genuß. Standorte um Herborn sind sparsam angegeben, dagegen bespricht ROSENBACH das Vorkommen mancher hervorragenden Pflanze von seinen Reisen her und erwähnt deren Anbau, er arbeitete mithin einer Pflanzengeographie vor. S. 1985 nennt er den D. LUDWIG JUNGERMANN, Arzt und Botaniker als Mann, der ihm Sämereien zur Anzucht seltener Gewächse mitteilte. ROSENBACH erweist sich als gründlicher Kenner der einschlägigen Literatur. S. 1987 nennt er des HIERONYMUS BOCK genannt TRAGUS Kräuterbuch[5]), S. 1048/1049 die Pflanzensammlungen des BAUHIN und FELIX PLATER als Quelle seiner Angaben. Teil III des Lehrbuchs ist nach CONRAD GESNER[6]) und ULYSSES ALDROVANDUS[7]) Arzt zu Bologna Auszug über Tiere, IV handelt nach REALDUS COLUMBUS über Anatomie[8]). Wissenschaftlich gewürdigt ist ROSENBACHS Enzyklopaedie keine selbständige Arbeit, sondern beruht ihrer Anlage nach auf fremdem Material, aber dieses Material ist selbständig verarbeitet und mit eigenen Beobachtungen erweitert. Daß das Buch keine Verbreitung für Jahrzehnte erlebte, lag in der sich überstürzenden Zeit seines Erscheinens.

Man hat dem ROSENBACH einen Index plantarum circa Herbornam

---

1) Vgl. Bibliographie.

2) *Φυτοπίναξ* sive enumeratio plantarum etc. Basel, 1596, *Προδρομος* theatri botanici C. B., Frankfurt a. M. 1620.

3) Kreutterbuch, Frankfurt a. M. 1560.

4) P. A MATTHIOLUS, epitome de plantis utilissima etc. Frankfurt a. M. 1586, deutsch ebenda 1590.

5) Über H. BOCK vgl. meinen Aufsatz: HIERONYMUS BOCK, Prediger, Arzt und Botaniker 1498—1554 in Mitteilungen des historischen Vereines der Pfalz, XXIII, Speyer 1899.

6) Vgl. HALLER, bibl botanica I, S. 282f.

7) HALLER, bibl. I, S. 402f.

8) De re anatomica libri XV. Venedig 1569, Anatomia deutsch von A. SCHENK, Frankfurt 1609.

nascentium, eine Art Katalog der Pflanzen um Herborn oder die Anfänge einer Herborner Flora zugeschrieben, aber diese Arbeit vergeblich gesucht. Mir scheint, daß diese Arbeit keine selbständige handschriftlich gebliebene, sondern obige Enzyklopaedie: Quatuor indices ist, so sehr auch deren Bestehen behauptet und beide Schriften nebeneinander aufgeführt werden [1]). Daß die Quatuor indices keine Herborner Flora sind, wohl aber Interesse für die dortige Pflanzenwelt bieten, ist oben erwähnt.

Rosenbach bekleidete 1627 die Würde eines Rektors der Herborner Hochschule und nahm 1627/28 zwei Studierende auf [2]). Wohl aus Mangel an Lehrkräften übernahm er die Vorlesungen über orientalische Sprachen und darauf Bezügliches, lehrte auch zuerst zu Herborn Syrisch und Arabisch [3]). Ja er gewann gewissermaßen seinen Hauptruf als Gelehrter [4]) und Schriftsteller auf diesem Gebiete [5]), was kurz hier erwähnt sei. Rosenbach starb 1638 zu Herborn.

Bibliographie.

Johannis Henrici | Alstedij | Compen- | dium philo- | sophicum, | exhibens | Methodum, Definitiones, Canones, Di- | stinctiones, Quaestiones, per uni- | versam philosophiam. | Inserti sunt hinc inde Tractatus quidam | rari et longe utilissimi. | Herbornae Nassoviorum | Typis Georgij Corvini et Johannis Georgij Muderspachij. | M. DC. XXVI. |

Octavo, 1776 Seiten.

Als Fortsetzung erschien:

Compendium | Lexici | Phi- | losophici | Eâ methodo conformatum, ut unâ eâ- | dem operâ termini liberalium artium, | ipsaeque res, quan-

---

1) Vogel, Nassau S. 57. Vogel, Archiv I, S. 162. Flora, botanische Zeitschrift, 1839, S. 567. Pritzel, thesaurus botanicus S. 251 n. 8726—8727. Böhmer, bibliotheca scriptorum naturalium I, 1, S. 131 und 300. Leers, Flora Herbornensis, 1775, Vorwort. Henninger, A., Das malerische Nassau, S. 731—732.

2) v. d. Linde a. a. O. I, S. 417.

3) Dillenburgische Intelligenznachrichten, 1779, S. 631—632.

4) Wolf, bibliotheca hebraea II, S. 558.

5) Rosenbach schrieb als Hauptwerk: Moses omniscius, sive omniscientia Mosaica: sectionibus VI. quam brevissimè exhibens supra septies mille veteris testamenti voces, secundum rerum locos communes novos ita dispositas, ut quis inde non tantum omnium autorum scripta accurate resolvere, sed et quaecumque cupit, expedite admodum componere possit — — Autore Zacharia Rosenbachio med. D. physicesque et linguarum in illustri schola Herbornensi Professore. Francofurti ad Moenum, sumtibus Guilielmi Fitzeri Angli, typis Joh. Nicolai Stoltzenbergeri, M. DC. XXXIII. Quarto, (Exemplar zu Darmstadt Hofbibl.). Der Kürze wegen sei für weitere orientalische Schriften Rosenbachs auf v. d. Linde a. a. O. I, S. 276 n. 1660 und 1661 verwiesen.



tum ad locorum com- | munium summa capita, facilè possint | memoria comprehendi. | Studio Johannis Henrici | Alstedii. | Herbornae | Typis Georgii Corvini, et Johannis | Georgii Muderspachij. | M. DC. XXVI. |

Octav, 1 Tafel + Seiten 1777 — 3394.

Nach Seite 1924 der Sondertitel und ROSENBACHS Schrift: Quatuor indi- | ces physici, | corporum | naturalium | perfectè mi- | xtorum: I. Metallicus, seu Fossilium. | II. Botanicus, sive Plantarum. | III. Zodiacus seu Animalium. | IV. Anatomicus, sive partium corporis Humani.—Studio | Zachariae Rosenbachii med. D. et Pro- | fessoris in illustri Scholâ Herbornensi. | Herbornae Nassoviorum: Anno Christi, 1626. |

Exemplare zu Darmstadt (Hofb.) und Wiesbaden (Landesbibl.).

Noch ein kleiner Beitrag zum Thema über die chemischen Kenntnisse der alten Griechen

von O. A. Rhousopoulos.

Als Chemiker an den archäologischen Nationalmuseen Griechenlands, bin ich in der Lage die wichtigsten Gegenstände zur Konservierung, und soweit es die Natur der Sache erlaubt, auch zur Untersuchung zu bekommen, die gewöhnlich anderen Kollegen nicht zugänglich sind, und so haben sich wieder seit meiner letzen Veröffentlichung über dieses Thema in der Kahlbaumgedächtnisschrift: „Beiträge aus der Geschichte der Chemie„ 1908 (Seite 172—197) einige neue Betrachtungen angesammelt, welche ich, samt dem Kommentar über alles Beobachtete, für publikationsfähig halte.

I.

Sehr wichtig ist eine Tonvase des Nationalmuseums aus den Cykladengräbern (Cykladische Zeit vor 2500 v. Chr). Sie ist massiv geformt um das Aussehen als Metallvase zu erwecken, und dann ist sie mit sehr dünner Silberfolie teilweise bedeckt. —

II.

Der Ephor Herr A. Keramopoulos gab mir Reste einer Schnur eines kostbaren Halsbandes aus dem sogenannten Kadmosgrabe (Mykenische Epoche, also 1600 — 1200 v. Chr.) in Theben. Es wurde Wolle nachgewiesen. —

III.

Herr Gynasialdirektor Papavassiliou gab mir folgende Gegenstände der Mykenischen Epoche, gefunden in Chalkis (Euboea), zur Untersuchung: eine Haarnadel, eine Zange, einen Dolch, ein Rasiermesser. Das Metall erwies sich als reines Kupfer mit Spuren von Eisen.

IV.

Die Schmucksachen (Räderchen usw.) Museumskatalog Nr. 2515 der Mykenischen Sammlung des Nationalmuseums, enthielten Kieselsäure, Tonerde, Eisen. Es sind keine aus fertigem Material mechanisch bearbeiteten Produkte, sondern eine künstlich hergestellte Pasta.

V.

Nr. 2612 derselben Sammlung und Epoche: kleine durchsichtige glasartige Täfelchen, erwies sich als Hyalit, also fertiges Naturprodukt.



VI.

Nr. 2002 derselben Sammlung und Epoche ist ein Eberzahn, aber künstlich grünlich gefärbt; nachgewiesen wurde Kupferkarbonat und Kupferphosphat.

VII.

Nr. 2708 derselben Sammlung und Epoche sind durchsichtige, mit sehr geraden Linien geriefte Platten auf einer Metallfolie als Unterlage, ev. zum Lichteffekt. Mehrere solche Platten waren kreisförmig aneinander geschmiegt. Die glasartigen Platten erwiesen sich als Bergkristall, die Metallunterlage als Silber, welches sich fast vollständig in Silberchlorid umgewandelt hat.

VIII.

Nr. 2667 der Mykenischen Sammlung und Epoche sind Stücke von bräunlich bis gelblich gefärbten Straußeneiern; (es wurde Kalziumkarbonat nachgewiesen). Die Färbung scheint künstlich hervorgebracht zu sein. Es wurde Eisen konstatiert.

IX.

Nr. 2666 der Mykenischen Sammlung und Epoche: eine kleine dicke farbige Tafel mit farbigen Darstellungen besteht aus Mörtel; (nachgewiesen wurde Tonerde, Kalziumkarbonat, Kieselsäure).

X.

Aus den Ausgrabunges des hiesigen deutschen archäol. Instituts wurden mir von Herrn DR. KURT MÜLLER folgende Gegenstände zur Untersuchung gegeben. Dieselben wurden in Pylos gefunden und sind mykenischer Epoche (1600—1200 v. Chr.).

a) Dunkelblaue Perlen usw. Sie erwiesen sich als Lapis Lazuli.

b) Blauer Farbstoff resp. formlose Stücke einer blauen Masse, heller als obige Perlen, erwiesen sich als Bergblau resp. Kupferlasur.

c) Ein verrosteter Ring bestand hauptsächlich aus Eisenoxyd.

d) Ein verwittertes Glas hatte die Bestandteile der gewöhnlich als Pâte vitreuse charakterisierten Masse ($Al_2O_3 . SiO_2$ usw.)

e) Ein schönes blaues durchsichtiges Stück von einer Vase erwies sich sowohl durch seine physikalischen als auch durch seine chemischen Eigenschaften als ein ziemlich schwer schmelzbares Kaliglas. Die blaue Farbe rührt von einer Cupriverbindung her. Obwohl naturgemäß die Menge des Farbstoffes sehr gering war, wurde das Kupfer durch seine empfindlichen Reaktionen bestimmt nachgewiesen.

f) Ein Stück aus der Basis einer Vase, über welche gefragt wurde, ob es aus Alabaster oder ev. aus einer Art Fayence wäre, enthielt nur Spuren von Kalziumsulfat. Dagegen enthielt es Kieselsäure (in Menge), Tonerde und Eisen. Es handelt sich also ev. um eine Art Fayence.

XI.

Es ist hiermit die wichtige Tatsache erwiesen, daß Glas in jener Mykenischen Zeit bereitet wurde, und fand ich aus dieser Veranlassung verschiedene Glasgegenstände in der Mykenischen Sammlung des National-



museums, so die kleine Glasfigur, Museumskatalog Nr. 2511. Dann wurde aus einigen als Pâte vitreuse charakterisierten Gegenständen Glas durch Schmelzen erhalten (1929, 1960, 162), sie stellen also ev. verwittertes Glas dar. Diese Beobachtung ist insofern wichtig als man annahm, daß in jener Zeit keine Glasindustrie existierte resp. existieren konnte.

XII.

Nr. 2992 der Mykenischen Sammlung und Epoche: Kleine Tafeln mit Ornamenten und Löchern. Oberfläche dunkelgrün schwärzlich, Inneres schön blau und durchsichtig. Sie enthalten Kieselsäure, Aluminium, Natrium, Eisen und Spuren von Kupfer. Es liegt also ein Natronglas vor (Natrium-Aluminium-Silikat) mit Kupferoxydsalz gefärbt. Es ist zweifellos Glas, da alle seine übrigen physikalischen und chemischen Eigenschaften dafür sprechen, sowie auch seine Durchsichtigkeit, wenn man die äußere Schicht entfernt.

XIII.

Hoch interessant ist eine sehr stabile unverwüstliche rote Farbe aus der Wand des kleinen Athenatempels in Sounion-Attika (700 v. Chr.), welche mir der dirigierende Ephor des Museums Herr Valerios Stais zur Untersuchung gab. Sie erwies sich als Kupfersilikat.

XIV.

Besonders bemerkenswert ist ein versilberter Kupferspiegel des Nationalmuseums (Epoche vielleicht 3. Jahrhundert v. Chr.), welcher von großer Kunstfertigkeit und Kenntnis der Metalle zeugt. Der weißglänzende guterhaltene Metallüberzug erwies sich analytisch als Silber.

XV.

Einer großen Kupfervase des Nationalmuseums (etwa aus dem 3. Jahrhundert v. Chr.) waren die Henkel angelötet; das Lot wurde untersucht und bestand aus Zinn, Blei und Kupfer. Letzteres rührt wohl von der Vase selbst her und ist mit abgekratzt worden. Es liegt also ein den heutigen Loten analoges Lot vor.

XVI.

Ich möchte hier noch berichten, daß das sub Nr. 13 meiner zu Anfang zitierten Publikation erwähnte Auripigment (As_2S_3) mir seinerzeit von Herrn Dr. E. Pfuhl, jetzt außerordentlicher Professor in Basel, zur Analyse gegeben wurde, und schreibt mir letzterer darüber folgendes:

„Das Auripigment habe ich in einem Grabe vom Ende des 8. oder 7. Jahrhunderts in Thera gefunden. Es war mit einem kleinen Bronzeohrring in einem attischen Kännchen des Dipylonstyls, das zwischen Salbgefäßen lag. Vergleich. Mitteilung des archäol. Instituts in Athen 1903 S. 78. Also ist 4.—5. Jahrhundert vielleicht Druckfehler. Es schadet nicht, da das gleiche Mittel noch heute in Gebrauch ist; ἐπὶ τῆς κεφαλῆς φοροῦσιν ὥσπερ καὶ πρὸ τοῦ.“



XVII.

Dann habe ich zu bemerken, daß in der unter Nr. 24 erwähnten helleren Farbe eines Böotischen Kantharos des 6. Jahrhunderts v. Chr., welche Eisenoxyd enthielt, auch Quecksilber nachgewiesen werden konnte, nachdem mir von Herrn Professor BARROWS mehr Substanz zur Verfügung gestellt wurde. Es liegt also wohl ein Gemisch von Zinnober und Eisenoxyd vor.

XVIII.

Des weiteren gab mir Herr BARROWS zwei weiße Farbstoffe abgekratzt von Böotischen Vasen, aus dem Ende des 6. Jahrhunderts, gefunden in Ritzona, Grab Nr. 26 und Nr. 49. — In beiden wurde nachgewiesen Aluminium, Kieselsäure, Eisen und Kalzium. Die von Nr. 26 enthielt nur Spuren von Kalzium, die von Nr. 49 nur sehr geringe Eisenmengen. —

* * *

Aus allem Erwähnten ist ersichtlich, daß, abgesehen von den theoretischen Auffassungen, welche mit den allerletzten der Jetztzeit zusammenfallen (Atome, Einheit der Materie, Unzerstörbarkeit und Unerschaffbarkeit derselben, Identität von Materie und Engerie) man in früheren Jahrtausenden chemisch-technische Kenntnisse in Hellas hatte, welche geradezu erstaunlich sind.

Ich erinnere an die Farben aus den Cykladengräbern (3. Jahrtausend v. Chr.), an die Perlen aus Sesklon in Thessalien (Kunstprodukte des 3. Jahrtausends v. Chr.), an die Dolche der Mykenischen Sammlung und die übrigen kunstvollen Gegenstände derselben Zeit (1600—1200 v. Chr.).

Es ist nachgewiesen, daß man in jenen uralten Zeiten schon bewunderungswerte Kenntnisse in der Farbenbereitung und Anwendung der Farben hatte, in der Metallgewinnung und Bearbeitung, in der Bereitung von Kompositionen (Pasten), in der Glasfabrikation, in der Mörtelbereitung, in der Wolleverwendung usw. usw.

Die Farben sind viel zahlreicher als man bis vor kurzem annahm. Wunderbar aber geradezu ist die Perfektion in der Metallbehandlung und Bearbeitung, und in der Glasfabrikation. Schon in der Mykenischen Zeit verstand man farbiges Kali- und Natronglas darzustellen, wußte man das Kupfer mit Zinn und Blei zu legieren um es gußfähig zn machen (Ring aus Salamis usw.), auch verstand man ganz chemisch reines Kupfer herzustellen (Mykenische Kanne, Funde in Chalkis).

Geradezu Erstaunen erregt die mit Silberfolie teilweise bedeckte Tonvase aus den Cykladengräbern (vor 2500 v. Chr.). Auch der spätere Kupferspiegel ist mit großer Kunstfertigkeit versilbert. Vermutlich waren die meisten Spiegel versilbert, und weil die Silberschicht sich nicht erhalten hat (das Silber verwandelt sich in salzhaltigem Boden leicht in Chlorsilber-

staub und fällt ab), nimmt man gewöhnlich an, daß die Kupferfläche zum Spiegeln diente.

Erwähnungswert ist, daß Schminke, wie sie noch jetzt im Gebrauch ist (basisches Bleikarbonat) benutzt wurde, ebenso daß das als Enthaarungsmittel und gelber Farbstoff (Königsgelb) dienende Auripigment auch damals in Gebrauch war.

Ebenso ist es sehr bemerkenswert, daß die Legierungen nicht zufällig gemischt wurden, sondern nach genauer Berechnung und Wägung; so $^7/_8$ Gold und $^1/_8$ Silber (mykenisches Band), — $^3/_4$ Gold und $^1/_4$ Silber (mykenisches Diadem), — 85 Proz. Kupfer und 15 Proz. Zinn (Legierung von Antikythera), — und 90 Proz. Kupfer und 10 Proz. Zinn (mykenisches Szepter).

Herrn Valerios Stais, dirigierendem Ephoren des Nationalmuseums bin ich für sein Entgegenkommen, mit dem er mir Untersuchungsmaterial zur Verfügung stellte, zu besonderem Danke verpflichtet.

Athen, Chemisches Laboratorium der Industrie und Handelsakademie
17/30 V. 1909. O. A. Rhousopoulos.



Kleinere Mitteilungen.

Ein Ausspruch über die Chemiker bei Qazwînî.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Die Chemiker scheinen sich z. Teil einer recht geringen Hochschätzung bei den Muslimen erfreut zu haben. QAZWÎNÎ erzählt von Alexandria zur Zeit der Alten: Alexandria war ein Versammlungsort der Gelehrten. Dort war ein Amphitheater (Treppen) ähnlich den Stufen, auf ihnen saßen die Gelehrten nach ihrem Rang; am tiefsten stand an Wissenschaft, der der die Kîmijâ trieb, und sein Ort war auf der tiefsten Stufe.



Variierte Kurven bei Daniel Bernoulli und Leonhard Euler.

Von PAUL STÄCKEL (Karlsruhe).

(Mit 4 Abbildungen).

Vor einigen Jahren habe ich auf die merkwürdige Erscheinung hingewiesen, daß bisweilen Methoden und Resultate der mathematischen Forschung, von denen man annehmen darf, daß sie allgemein bekannt sind, bei der Untersuchung von Problemen, die damit in engem Zusammenhang stehen, ganz unbeachtet gelassen werden. So ist bei der Frage nach der Gestalt einer krummen Fläche in der Nähe eines parabolischen Punktes wiederholt ein Fehlschluß gemacht worden, obwohl die Mittel, die bereits im achtzehnten Jahrhundert für die Diskussion algebraischer Kurven bereit gestellt worden waren, sofort zu der richtigen Einsicht in bezug auf die Schnittkurve der Fläche und der Tangentialebene geführt haben würden [1]). Ohne Zweifel hat es den betreffenden Mathematikern nicht an der Kenntnis jener Mittel gefehlt; sie haben jedoch davon keinen Gebrauch machen können infolge gewisser Hemmungen, die teils aus der Enge des Bewußtseins, teils aus tiefer liegenden psychischen Bedingungen entspringen.

Für den Geschichtschreiber ergibt sich hieraus eine wichtige Lehre. Aus der Tatsache, daß einem Autor die Sätze A und B bekannt gewesen sind, darf noch nicht geschlossen werden, daß dieser auch die Verbindung (A, B) und die daraus unmittelbar fließenden Folgerungen besessen habe. Wie vorsichtig man in dieser Beziehung sein muß, zeigen folgende Beipiele.

Im Jahre 1772 hatte LAGRANGE (Oeuvres III, S. 519) die Integration der *allgemeinen* partiellen Differentialgleichung erster Ordnung mit *zwei* unabhängigen Veränderlichen auf die Integration einer *linearen* partiellen Differentialgleichung erster Ordnung mit *drei* unabhängigen Veränderlichen zurückgeführt. Obwohl er nun bald darauf, 1779, entdeckt hatte (Oeuvres IV, S. 625), daß sich die Lösung einer linearen partiellen Differentialgleichung erster Ordnung in beliebig vielen Veränderlichen mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen bewerkstelligen lasse, so erklärte er doch in einer Abhandlung aus dem Jahre 1785 (Oeuvres V, 543), er sei nicht

1) Vgl. meine Abhandlung: *Über das Modell einer Fläche dritter Ordnung, die das Verhalten einer krummen Fläche in der Nähe eines parabolischen Punktes darstellt,* Zeitschr. f. Math. u. Phys. 51 (1904), S. 98.



imstande, die allgemeine partielle Differentialgleichung erster Ordnung in zwei unabhängigen Veränderlichen zu integrieren. Die für uns selbstverständliche Verbindung zwischen den beiden Sätzen ist erst durch CHARPIT vollzogen worden [1]).

Ferner sagt EULER in den *Institutiones calculi integralis*, III (1770), S. 3, eine totale Differentialgleichung der Form:

$$Pdx + Qdy + Rdz = 0$$

sei völlig sinnlos, falls die Integrabilitätsbedingung nicht erfüllt ist, und erklärt auch (S. 26) eine Gleichung der Form:

$$Pdx^2 + Qdy^2 + Rdz^2 + 2Sdxdy + 2Tdxdz + 2Vdydz = 0$$

für absurd, sobald sie sich nicht durch Wurzelziehen auf eine integrable lineare Gleichung zwischen dx, dy, dz reduzieren lasse. Und doch hatte derselbe EULER, im Anschluß an seinen Lehrer JOHANN BERNOULLI, bereits im Jahre 1738 eine ausführliche Untersuchung über die Gleichung:

$$dx^2 + dy^2 - dz^2 = 0$$

angestellt, die bei der Rektifikation der ebenen Kurven auftritt. Auch nach der Abfassung der *Institutiones calculi integralis* ist EULER wiederholt auf diese Gleichung zurückgekommen, ohne indessen jemals den Zusammenhang zwischen der Lehre von den totalen Differentialgleichungen und jenem geometrischen Problem herzustellen [2]).

Die eingehende Beschäftigung mit solchen Erscheinungen wird sicherlich wichtige Aufschlüsse über das Wesen der mathematischen Forschung und die Psychologie der mathematischen Forscher gewähren [3]), und daher darf die Mitteilung eines neuen Beispiels dieser Art, das ebenfalls LEONHARD EULER betrifft, auf Interesse rechnen.

Wenn man in der Variationsrechnung von einer Kurve zu einer benachbarten übergeht, so pflegt man jedem Punkte P (x, y) der Urkurve einen Punkt P' $(x, y + \delta y)$ der variierten Kurve zuzuordnen. Alsdann entspricht der Tangente in P mit dem Richtungskoeffizienten y' die Tangente in P' mit dem Richtungskoeffizienten $y' + \delta y'$. Daß die auf diese Art eingeführte Variation $\delta y'$ zugleich mit der Variation δy unendlich klein wird,

---

1) Vgl. LACROIX, *Traité de calcul différentiel et de calcul intégral,* 2. ed., Paris 1814, II, S. 548.

2) Vgl. meine Abhandlung: *Darstellungen der Minimalkurven,* Leipziger Berichte 1902, S. 102—105, wo man ausführliche Literaturangaben findet, sowie A. v. BRAUNMÜHL, *Zur Geschichte der Differentialgleichungen*, Verhandl. d. III. intern. Math. Kongresses zu Heidelberg, Leipzig 1905, S. 550; BRAUNMÜHL zeigt hier, daß bereits NEWTON eine spezielle PFAFFsche Gleichung der Form $Pdx + Qdy + Rdz = 0$ genau in dem Sinne integriert hat, wie es später von MONGE allgemein durchgeführt worden ist.

3) Vgl. die wertvollen Bemerkungen von C. R. WALLNER, M. CANTOR, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, Band IV, Leipzig 1908, S. 1033—1035.

hat EULER in seinen Arbeiten zur Variationsrechnung als selbstverständlich angesehen und daher ohne weiteres

$$\delta f(x, y, y') = \frac{\partial f}{\partial y}\delta y + \frac{\partial f}{\partial y'}\delta y'$$

gesetzt. Wenn aber auch die *Ordinate* einer Kurve nur unendlich wenig abgeändert wird, so hindert doch nichts, gleichzeitig die *Tangente* um einen endlichen Winkel zu drehen, sodaß $\delta y'$ einen endlichen Wert erhält. In der Tat hat LEGENDRE (1786) von solchen Variationen Gebrauch gemacht; um zu zeigen, daß bei dem Problem des Drehungskörpers kleinsten Widerstandes die der NEWTONschen Differentialgleichung genügende Meridiankurve kein Minimum liefere, ersetzt er diese durch eine Zickzacklinie geringer Neigung gegen die Achse der Drehung [1]). TODHUNTER (1871) machte hiergegen das Bedenken geltend, solche Variationen seien nicht erlaubt, da bei den klassischen Methoden der Variationsrechnung vorausgesetzt werde, daß $\delta y'$ ebenso wie δy unendlich klein sein soll [2]). Aber erst WEIERSTRASS hat erkannt, daß vielmehr diese Methoden einer Erweiterung bedurften, wenn man die Bedingungen dafür aufstellen will, daß die *Extremale* einen Wert des betrachteten Integrals liefert, der im Falle des Maximums größer, im Falle des Minimums kleiner ausfällt, als bei der *Gesamtheit* der benachbarten Kurven (starke Variation); übrigens ist für WEIERSTRASS nach mündlichen Mitteilungen, die er mir gemacht hat, gerade die Beschäftigung mit dem Drehungskörper kleinsten Widerstandes, zu der er durch KUMMERS Untersuchungen über den Luftwiderstand veranlaßt wurde [3]), der Ausgangspunkt der Untersuchungen über Variationsrechnung gewesen.

Während nun bei EULER in der *Variationsrechnung* keine Spur einer Unterscheidung zwischen „schwachen" und „starken" Variationen zu bemerken ist, so hat er doch bei Untersuchungen auf einem anderen Gebiete Betrachtungen über die Beschaffenheit der variierten Kurven angestellt, bei denen der Unterschied deutlich in die Erscheinung tritt, nämlich bei den *kleinen Schwingungen einer Saite.*

In dem dritten Bande der *Miscellanea Taurinensia* für 1762—1765, der im Jahre 1766 zu Turin erschienen ist, findet sich auf S. 1 bis 26 der

1) Sur la manière de distinguer les maxima des minima dans le calcul des variations, Mem. de math. et de phys. Année 1786, Paris 1789, § 6; OSTWALDs Klassiker, Heft 47, S. 73, 106.

2) Researches on the calculus of variations, London and Cambridge 1871, S. 169, 269; vgl. auch die Bemerkung in TODHUNTERS History of the progress of the calculus of variations, Cambridge and London 1861, S. 426.

3) Über die Wirkung des Luftwiderstandes auf Körper von verschiedener Gestalt, insbesondere auch auf Geschosse, Berliner Monatsberichte 1874, S. 703; 1875, S. 286; Berliner Abhandlungen 1875, S. 1—57; 1876, S. 1—9.



zweiten, für sich paginierten Abteilung eine Note EULERS: *Éclaircissements sur le mouvement des cordes vibrantes.* Sie beginnt mit Auseinandersetzungen über die Erklärung des Begriffes kleiner Schwingungen einer Saite:

[1] 1) „I. Tous ceux qui ont entrepris de déterminer le mouvement des cordes vibrantes ont borné leurs recherches à ces trois conditions:

„1^0 Ils ont considéré la corde comme fixe en ses deux extrémités A et B (fig. 1), et tendue par une force quelconque, en sorte que dans son état naturel sa figuresoit représentée par la ligne droite AB: ce n'est que dans cet état que la corde peut demeurer en repos ou en équilibre.

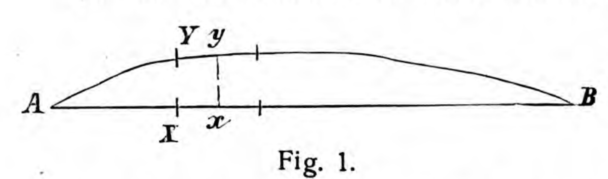


Fig. 1.

„2^0 Ils n'ont considéré que les mouvements extrémément petits d'une telle corde, en sorte que si la ligne AYB représente la figure que la corde prend pendant son mouvement à un instant quelconque, on puisse toujours regarder les appliquées XY de cette ligne comme infiniment petites.

„3^0 Ils ont supposé que le mouvement de chaque élément de la corde Y[y] 1) se fasse toujours suivant la direction de l'appliquée YX ou qu'il ne s'en écarte qu'infiniment peu. On pourrait bien traiter plus généralement cette question, mais alors la Théorie conduit à un calcul si embarassé qu'on n'en sauroit rien conclure.

II. La dernière condition se réduit à celle-ci, que l'inclination de chaque élément de la corde Yy à l'axe AB soit infiniment petite, ou bien que la tangente tirée à chaque point Y fasse avec l'axe AB un angle infiniment petit. Ce n'est que dans ce cas qu'on peut regarder chaque élément de la courbe Yy comme égale a l'élément répondant de l'axe Xx: or cette condition est absolument nécessai-[2]re, pour que le mouvement de chaque point Y se fasse dans la direction de l'appliquée YX. De là on comprend aussi réciproquement que toutes les fois, que cette condition convient à la figure AYB, le mouvement de chaque point Y ne sauroit s'écarter de la direction de l'appliquée YX.

„III. Donc quand on demande le mouvement de la corde après qu' elle aura reçu une impulsion quelconque, il faut absolument que la figure qui lui a été imprimée d'abord soit telle, que non seulement toutes les appliqués XY soient quasi infiniment petites, mais que l'inclinaison de tous les éléments de la courbe AYB soit aussi infiniment petite".

Damit kein Zweifel möglich ist, lasse ich noch eine zweite Stelle aus den *Éclaircissements* folgen:

[3] „V. Soit AB (fig. 2) la corde fixée dans ses deux extrémités A

1) Zusätze in eckigen Klammern rühren von mir her.



et B, et tendue par une force quelconque, à laquelle on ait imprimé au commencement la figure ASB, et d'abord cette courbe doit être telle, que 1° toutes ses appliquées soient quasi infiniment petites, et 2° que toutes se[s] tangentes ne s'écartent qu'infiniment peu de l'axe AB. Ces deux conditions sont si naturellement liées avec la tension, qu'il seroit presque impossible de réduire la corde à une telle figure, où ces deux conditions n'eussent pas lieu. De là il est clair, que la figure initiale peut être variée à l'infini, et qu'elle dépend entièrement de notre volonté. Il est donc possible de donner à la corde une telle figure, qui ne sauroit être exprimée par aucune équation analytique, comme si on la tiroit par un mouvement libre de la main, sans qu'aucune loi de continuité y ait lieu.

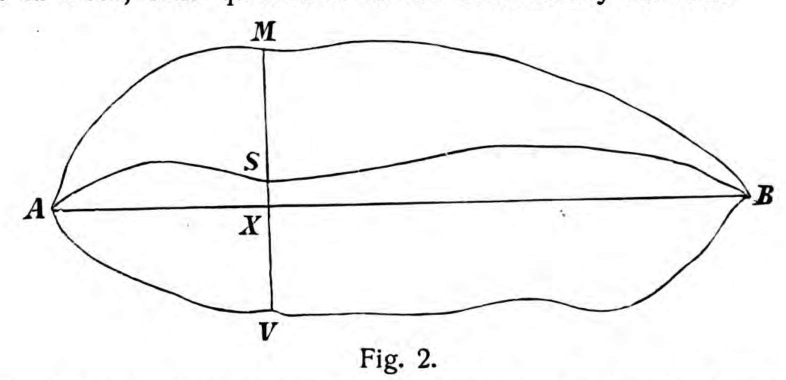


Fig. 2.

„VI. Il n'y a certainement aucun doute, qu'on puisse imprimer à la corde une telle figure, et où pourtant les deux conditions préscrites aient lieu. Pour s'en assurer mieux, on n'a qu'a tirer de A à B une ligne courbe quelconque AMB en observant cette seule condition, qu'il n'y ait nulle part une tangente perpendiculaire à l'axe: alors en diminuant toutes les appliquées XM quasi à l'infini selon un même rapport, de sorte que XS $= \alpha$ XM, prenant α pour une fraction extrémément petite, non seulement toutes les appliquées deviendront infiniment petites, mais aussi les tangentes dans tous les points S seront infiniment peu inclinées à l'axe AB, tout comme les deux conditions préscrites l'exigent."

Deutlicher und eindringlicher läßt es sich wohl kaum sagen, daß die *courbe variée,* die aus der geradlinigen Strecke AB hervorgeht und die Gestalt der schwingenden Saite zur Anfangszeit darstellt, zwei wesentlich verschiedenen Bedingungen zu genügen hat; denn es müssen *erstens* die Ordinaten XS „sozusagen" unendlich klein sein, *zweitens* aber muß dasselbe für die Neigung der Tangenten gelten. Euler hält es sogar für notwendig, die Existenz solcher variierten Kurven ausdrücklich zu beweisen [1]).

1) Welchen Fortschritt Eulers Éclaircissements darstellten, erkennt man am besten, wenn man damit die Abhandlungen von d'Alemberts Sur la courbe que forme une corde tendue mise en vibration, Mém. de Berlin. année 1747 (1749),



Ganz anders äußert er sich in einer bald darauf verfaßten Abhandlung zur Variationsrechnung: *Methodus nova ac facilis calculum variationum tractandi,* die am 14. Januar 1771 der Petersburger Akademie vorgelegt wurde [1]). Während EULER bei dem Problem aus der *Mechanik* die klare Erkenntnis des Sachverhalts besitzt, kann er sich hier von dem Vorurteil nicht losmachen, in das er sich verstrickt hatte. Ja noch mehr, dasselbe Mittel, das er dort zum Beweise der Existenz *besonderer* Variationen verwandt hatte, will er hier benutzen, um die *Gesamtheit* aller benachbarten Kurven zu erhalten. Seine Absicht ist nämlich, das *singulare genus calculi* der *Variationsrechnung* auf die gewöhnliche Differentialrechnung zurückzuführen, und dazu glaubt er zu gelangen, indem er den Übergang von der ursprünglichen Kurve zu der benachbarten durch die Änderung eines Parameters bewirkt. „Alia relatio requiritur“, sagt er dort, „quae omnes alias curvas huic saltem proximas complectatur; omnes autem eiusmodi curvas, si X denotet illam functionem cui y aequatur, tali aequatione contineri posse

$$y = X + tV$$

manifestum est, denotante V functionem quamcunque ipsius x. Sumta enim t infinite parva haec aequatio omnes omnino curvas propositae proximas in se comprehendit.“

Diese beschränkte Auffassung der Variationen bedeutete geradezu einen Rückschritt gegenüber dem Standpunkt, den EULER früher eingenommen hatte. In der Abhandlung: *Elementa calculi variationum,* die er am 16. Sept. 1756 der Berliner Akademie vorlegte, die aber erst 1766 in den Novi Commentarii Petrop. 10, S. 51 abgedruckt worden ist, führt er aus, daß man zwar von einer Kurve zu benachbarten Kurven übergehen könne, indem man diese als Bestandteil einer Kurvenschar

$$y = f(x, a)$$

auffaßt, wo a einen Parameter bezeichnet, daß hiermit jedoch keineswegs die Gesamtheit der benachbarten Kurven erschöpft sei. Gerade aus diesem Grunde bringe er für die neue Rechnungsart einen eigenen Namen: *Variationsrechnung* in Vorschlag. Jetzt aber heißt es weiter:

„Cuius necessitas adhuc clarius perspicietur, si perpendamus, eius vim multo latius patere, quam ad solam parametrorum variabilitatem, qua etsi lineae curvae in infinitum multiplicentur, omnes tamen semper sub certo quodam genere, quod scilicet in data aequatione continetur, comprehendun-

S. 214 und von EULER selbst: Sur la vibration des cordes, Mém. de Berlin année 1748 (1750), p. 60 vergleicht; siehe auch M. CANTOR, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, Band 3, Leipzig 1898, S. 872—876.

1) Novi Commentarii Petrop. 16 (1772), S. 35; wiederabgedruckt in den Inst. calc. int. IV (1794), S. 590.



tur. Nostrum autem calculum variationum non solum ad huiusmodi genera curvarum determinata extendi conveniet, sed etiam ad omnes omnino curvas, quae quidem concipi queant",
und später (S. 55) sagt EULER von der Forderung, daß die gesuchte Kurve beim Maximum einen größeren, beim Minimum einen kleineren Wert des betrachteten Integrals liefere, als die benachbarten Kurven:

„Haecque quaestio iam infinite latius patet, quam superior, ubi tantum mutatio ex variatione parametri oriunda assignari debeat."

Freilich ist EULER niemals der Frage nach *hinreichenden* Bedingungen für das Eintreten eines Extremums näher getreten, und hierin liegt wohl einer der Gründe, warum er den Begriff der benachbarten Kurve in der Variationsrechnung keiner genaueren Untersuchung unterzog. Erst wenn man feststellen will, ob ein Extremum vorliegt oder nicht, ist man genötigt, sich bestimmte Vorstellungen über die Menge der Kurven zu bilden, mit denen die Extremale verglichen wird. Solange es sich jedoch nur um *notwendige* Bedingungen handelt, und im besonderen, wenn nur die Differentialgleichung aufgestellt werden soll, der die Extremale genügen muß, so reicht es hin, besondere Variationen zu betrachten, und hierbei kommt man sogar mit dem Verfahren aus, das EULER in der Abhandlung vom Jahre 1771 angewandt hatte; da also der Zweck erreicht wurde, war keine Veranlassung vorhanden, sich wegen der Berechtigung der angewandten Mittel zu beunruhigen.

Ein weiterer Grund für EULERS Verhalten liegt wohl darin, daß ihm, dessen Losung immer *Vorwärts* hieß, ein Zurückgehen auf prinzipielle Fragen über die Grundlagen seiner Wissenschaft nicht zusagte; mit dem gesunden Instinkte des Genies lehnte er alles ab, was seine Produktivität hätte schädigen können. Diese Auffassung wird bestätigt durch EULERS Briefwechsel mit DANIEL BERNOULLI, der an EULERS Untersuchungen zur Variationsrechnung lebhaften Anteil nahm und auch den Druck der *Methodus inveniendi* durch den Verlag von BOUSQUET zu Lausanne vermittelt hat[1]. In einem verloren gegangenen Briefe aus dem Jahre 1736 hatte ihm EULER die Aufgabe vorgelegt, die Kurve zu finden, die mit ihrer Evolute und dem Krümmungsradius an jeder Stelle den kleinsten Raum einschließt[2] und hinzugefügt, daß die Zykloide die einzige Lösung sei[3]. Am 12. Sept. 1736 antwortet DANIEL BERNOULLI[4]:

1) Brief an EULER vom 9. Februar 1743, *Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du XVIIième siècle,* publiée par P. H. FUSS, St. Petersburg 1843, II, S. 521.

2) Vgl. über die Aufgabe: *Methodus inveniendi,* Lausanne 1744, S. 64; OSTWALDS Klassiker, Heft 46, S. 72.

3) *Corr.* II, S. 448. 4) *Corr.* II, S. 435.



„Was das problema anbelangt de invenienda curva in qua $\int r\,ds$ habeat inter omnes lineas inter eosdem terminos sitas minimum valorem, so dünkt mich, daß es etwas Besonderes habe. Eigentlich zu reden hat das problema keine Solution und ist kein minimum da; denn ich darf ja die puncta A et B [Fig. 3] nur mit lauter cycloidibus infinite parvis, die doch eine lineam continuam ausmachen, ausfüllen, oder an einander henken, so ist $\int r\,ds = 0$. Es kann auch $\int r\,ds = 0$ seyn hoc alio modo quam figura [Fig. 4] ostendit, allwo sich die valores affirmativi und negativi von $\int r\,ds = 0$ destruiren können. Wenn man aber curvam forderte, quae nullibi habeat radium osculi nec $= 0$, nec $= \infty$, scheint es, das problema habe eine reelle Solution, und wollte ich, um dieselbe zu finden, die evolutam suchen und zwar methodo isoperimetricorum, mutatis aliquibus circumstantiis."

Fig. 3.

Fig. 4.

Hiernach hat DANIEL BERNOULLI bereits im Jahre 1736, also fünfzig Jahre vor LEGENDRE, starke Variationen angewandt. Wie sich EULER dazu gestellt hat, wissen wir nicht, da leider seine Briefe an DANIEL BERNOULLI nicht aufgefunden worden sind. Es scheint jedoch, als ob er auf die Betrachtungen seines Freundes gar nicht eingegangen ist; denn in einem Briefe vom 24. Mai 1738 kommt DANIEL BERNOULLI auf jenes Problem zurück und schreibt [1]):

„Ew. haben mir vor etwas Zeit gesagt von einem problemate simili, nämlich determinare inter curvas omnes, inter eosdem terminos positas, illam quae habeat $\int r\,ds$ minimum, und sagen, daß die cyclois unice satisfacere, da ich doch finde analytice, daß $R = 0$, cui aequationi infinitae curvae aut veluti curvae satisfaciunt."

Was mit dem Ausdruck *veluti curvae* gemeint ist, geht aus dem Briefe vom 12. Sept. 1736 deutlich hervor.

Da sich in den späteren Briefen DANIEL BERNOULLIS nichts über den Gegenstand findet, so darf man annehmen, daß EULER einer Erörterung aus dem Wege gegangen ist, von der er sich keinen Nutzen versprach. In der Tat, so scharfsinnig auch die Bemerkung DANIEL BERNOULLIS sein mag, so war sie doch verfrüht; denn um sie für die Variationsrechnung fruchtbar zu machen, hätte man bereits die tiefere Einsicht in die Begriffe der Kurve und der Funktion besitzen müssen, die in mühsamer Arbeit erst im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts errungen worden ist.

1) *Corr.* II, S. 448.

An Ancient English Algorism.

By David Eugene Smith (New York).

There was written by one Alexander de Villa Dei (Alexandre de Villedieu), a minorite monk of about 1250 A.D., a set of verses called the *Carmen de Algorismo.* Manuscripts of this work are to be found in various European libraries, and they are so numerous as to prove that the verses had great influence in making the study of the 'Arabic' numerals more popular in the monastic institutions of the thirteenth century. The verses seem to have fallen into the hands of some unknown French writer of about 1275, for he wrote a brief explanation of them, and one manuscript of this commentary exists in the Bibliothèque nationale, and another in the Bibliothèque Ste.-Geneviève. These explanatory manuscripts have been published in the *Bibliotheca Mathematica* and the writer has had the latter one photographed and may sometime reproduce it.

There is also another interesting commentary on the *Carmen,* one of the earliest treatises on algorism in our language, preserved in the British Museum (Egerton MS. 2622). An effort was made to publish this some fifteen years ago, but it never went beyond the stage of proof sheets for private circulation. The date of the manuscript is uncertain, but it must have been written not far from 1300. Having given some time to a study of the manuscript, the writer has thought it well to present the first three pages in facsimile, together with a clearer copy in modern letters and with a brief commentary upon this portion of the work. Had the facsimile not been shown it would have been better to follow the ancient forms, but under the circumstances it has seemed wiser to transliterate the work into forms that all will understand.

The work is of sufficient importance in the history of English education to be published in full, and possibly the issuing of these three initial pages may lead some one to undertake the not unpleasant task.

The text of the first three pages is as follows:

Hec algorism' ars p'sens dici$\overset{2}{\div}$ in qua
Talib; indor♃ fruim̃ bis quīq; figuris [1]).

Thts boke is called the boke of algorym or Augrym [2]) after lewder

1) These are the two opening lines of the *Carmen de Algorismo* that the anonymous author is explaining. They should read as follows:

'Haec algorismus ars praesens dicitur; in qua
Talibus Indorum fruimur bis quinque figuris.'

It is translated a few lines later: 'This present craft is called Algorismus, in the which we use ten figures of India.' The early writers generally followed ALEXANDER DE VILLA DEI in attributing these figures to the scholars of India. Thus HALLIWELL quotes from two manuscripts in the British Museum: 'ad quam artem bene sciendam inveniebantur apud Indos bis quinque (id est decem) figurae,' and 'Hae necessariae figurae sunt Indorum characteres.' (*Rara Mathematica*, p. 73.) The fact is also stated by MAXIMUS PLANUDES (c. 1330; see WÄSCHE's German translation, Halle, 1878, p. 3), and seems not to have been doubted until about the beginning of printing. Even the early text-book writers speak of the 'Zyphrae Indicae' (WILLICHIUS 1540, p. 93) and 'le noue figure de gli Indi' (CATANEO, *Pratiche*, 1567 edition, f. 1). Many of the 16th century writers, however, referred them to the Chaldeans or the Jews because they increased in value from right to left, as the Semitic peoples write. Thus TONSTALL, in the first arithmetic published in England (*De arte supputandi*, 1522, f. B3) says: 'Qui a Chaldeis primum in finitimas, deinde in omnes pene gentes fluxit, and the great arithmetician GEMMA FRISIUS (1540) says 'haec ars vel à Chaldaeis, vel ab Hebraeis ortum habere credatur.' ROBERT RECORD (1542), the first successful arithmetic writer in English, popularized the idea in our language: 'In that thinge all men do agree, that the Chaldays, whiche fyrste inuented thys arte, did set these figures as thei set all their letters.' That they were of Arab origin was not so commonly supposed in early days as our use of the term 'Arabic numerals' would suggest, although the idea is frequently advanced. Thus KÖBEL (1514) says, 'Von welchen Arabischen auch disz Kunst entsprungen ist', and TARTAGLIA (1556) states, '& qsto fu trouato di fare da gli Arabi cō diece figure.' The Arabs themselves always recognized the Indian origin, but the history of the subject is too extensive for further digression at this time.

2) 'Algorym or Augrym.' The first Arab arithmetic known in which the Hindu figures were employed was written by MOHAMMED IBN MUSA AL-KHOWARIZMI, MOHAMMED the son of MOSES, the Khorezmite, c. 830 A. D. Commonly known as Al-Khowarizmi, his name passed into Latin with the early translation of his works, as Algoritmus, Algorismus, Algorismi, or similar forms. The change of *al* to *au*, owing to French influence, gave *augrim* and allied form in English of the 13th century, as in CHAUCERS's treatise on the astrolabe and his description of CLERK NICHOLAS. The word appears in a treatise by JOHN OF SEVILLE, c. 1135: 'Incipit prologus in libro alghoarismi,' a very good transliteration for the time. NOVIOMAGUS in his *De Nvmeris libri II* (1539) speaks of it as *Allegorithmum*, and several of the early printed arithmetics bore the name *Algorismus*. (See the author's *Rara Arithmetica*, Boston, 1909, *passim*, and CHASLES in the *Comptes rendus* for 1843, XVI, p. 162.) ROGER BACON speaks of the 'algoristic' methods of numbering, and his contemporary, MATTHEW PARIS, uses the expression 'in algorismo.' In the supposed translation of

use. And this boke tretys the Craft of Nombryng, the quych crafte is called also Algorym. Ther was a kyng of Inde the quich heyth[1]) Algor,

Folio Ir of the manuscript

AL-KHOWARIZMI, made by ADELARD OF BATH, the forms 'algoritmi' and 'algorizmi' are used. (BONCOMPAGNI, *Trattato*, I, pp. 1, 2.) GHALIGAI (1521) speaks of it as ,Lalgorismo,' and in the Spanish work of TEXADA (1546) the prefix is dropped, leaving only 'guarisma.'

1) Quich heyth, which hight, from the Anglo-Saxon *hātan,* to name. Compare BYRON's 'Childe Harold was he hight.' The *qu* for *wh* was common and is frequently found in this work.

& he made this craft [1]). And aft his name he called hit algory. Or els anoth cause is quy [2]) it is called Algorym, for the latyn word of hit s [3]). Algorismus coms of Algos grece q ē ars, latine, craft on englis, and rides q ē nms, latine, A nombr on englys. [4]) inde dr algorismus p addicōnē huis sillabe ms & subtraccōnem d & E, qsi ars numāndi [5]). ¶ fforthermor [6]) ye most undrstonde tht in this craft ben usid teen figurys. as her ben writen for ensampul [7]). Φ. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. ¶ Expone the too vsus a for [8]); this psent craft is called Algorisms, in the quych we use teen figurys of Inde. Questio. ¶ Why ten fyguris of Inde. Solucio [9]). for as I have sayd a fore thai wer fonde fyrst in Inde of a kyng of that

---

1) The idea that *algorism* came from the name of a king of India, one Algor, may first have been suggested by the *Carmen*. It was commonly accepted in the 13th century, with variations of one form or another. Thus SACROBOSCO, who died in 1256, says in his *Tractatus de arte numerandi:* 'Hanc igitur scientiam numerandi, compendiosam edidit philosophus nomine Algus,' which is followed by TARTAGLIA *(Tvtte l' opere*, 1592 edn., f. 5). JOHN OF NORFOLK speaks of the inventor as 'rex quondam Castelliae,' but this origin is rarely seen in the early works. Many fanciful etymologies of the word were given by the late mediaeval writers, some of which are summarized by FAVARO in the BONCOMPAGNI *Bullettino,* XII, p. 115, by HUNRATH in *Bibliotheca Mathematica,* I (2), p. 70, VIII (1), 74, and by CANTOR *Geschichte,* I, p. 671. In the *Compotus magistri Reinheri,* of which there is a manuscript at Hanover, another one is given, 'quod est algorismos id est alba harena,' end even as late as 1861 BESCHERELLE's Dictionary gave the curious etymology, *al* (the) + *ghoe* (parchment). The tracing of the name to Al-Khowarizmi seemes due to REINAUD (1795—1867) who published his conclusions in 1849 (*Mém. d l' inst. national de France des inscriptions et belles-lettres,* XVIII, p. 303).

2) 'Or else another cause is why.'

3) 'For the Latin word of it is,' or 'For the Latin word of it, *sive* (or).'

4) 'Algorismus comes of Algos in Greek, quid est (which is) *ars* in Latin, or craft in English, and *rides* quid est *numerus,* in Latin, or a number in English.'

5) 'Inde dicitur Algorismus per addicionem huius sillabe *mus* & subtraccionem *d* & *e,* quasi ars numerandi.' – 'Whence it is called Algorismus by the addition of this syllable *mus*, and the taking away of *d* and *e*, as if the art of numbering.' This idea had considerable acceptance in the 13th century.

6) Furthermore, the *f* being doubled for a capital. 'Furthermore you must understand that in this craft there are used ten figures.'

7) The forms of the numerals given in the original were the common ones of the 12th and 13th centuries. The zero was usually not merely our form, but frequently looked more like the Greek *phi.* The seven, five, and four changed materially in the latter part of the 15th century, about the time of the first printed books. The sequence here shown is found in most of the very early manuscripts, the zero or nine being at the left.

8) 'Explain the two verses given above.' Then follows the translation as given in Note 1 on p. 13.

9) Solution,—Answer.



Cuntre tht was called Algor. ¶ Pma [1]) sigt uno duo vo scda ¶ Tercia sigt tria sic pcede sinistre. ¶ Donc ad extmā venias que cifra vocar. ¶ Capm [2]) pmū de significacōē figurarm ¶ In this verse is notifide the significacon̄ of these figuris. And thus expone the verse. the first signifiyth on. [3]) the secūde signifiyth tweyn [4]) the thryd signifiyth thre. & the fourte signifiyth 4. ¶ And so forthe towarde the lyft syde of the tabul or of the boke tht the figures ben writen in. til that thu come to the last figure that is called a cifre. ¶ Questio. In quych syde sittes the first figur? Solucō [5]), for sothe [6]) loke quich figure is first in the rygt side of the bok or of the tabul, & tht same is the first figur. for thu shal write bakeword. as here. 3. 2. 6. 4. 1. 2. 5. The figē [7]) of 5. was first write & he is the first for he sittes on the rigt syde. And the figre of 3. is last. ¶ Neuthe les [8]) wen he says ¶ Pma sigt unū [9]) &c. that is to say the first be tokenes on̄. [10]) the secūde. 2. & fore th mor [11]) he undrstondes nogt of the first figre of evy rew. ¶ But he undrstondes the first figure tht is in the nombr of the forsayd teen. figuris the quych is on̄ of these. 1. And the

1) The author now quotes again from the *Carmen:*
'Prima significat unum; duo vero secunda;
Tertia significat tria; sic procede sinistre
Donec ad extremam venias, quae cifra vocatur.'

The first means one, the second two, the third means three, and thus proceed to the left until you reach the last, which is called cifra.' This word *cifra,* our *cipher,* has had a long history, and its etymology has been the subject of much speculation in times past. It is generally recognized at present as from the Arabic *sifr,* empty, and probably from the Hindu *sunya* (void), but only recently has this etymology been accepted. Thus HOSTUS (*De Nvmeratione emendata,* 1582, p. 10) says: 'Siphra vox Hebraeam originem sapit, refértque: &, vt docti arbitrantur, à verbo Saphar, quod Ordine numerauit, significat, deriuatur. Vnde Sephar numerus est: hinc Siphra (vulgo corruptius Ziphra & Cifra dicitur) deflectitur.' PLANUDES (1330) called the figure *tziphra,* and it is curious that FINAEUS, writing in Paris in 1530, used the same spelling. In an Italian manuscript by 'JACOPO DE FLORENTIA' (1307) it appears as *zeuero,* and in one written a little later (1370) by GIOVANNI DI DANTI of Arezzo it appears as ceuero. Anything like a complete history of this word would require more space than a footnote allows.

2) 'Capitulum primum de significacione figurarum,' 'Chapter I, On the meaning of the figures.'

3) 'And thus explain the (Latin) verse: the first signifieth one.'

4) 'The second (secunde) signifieth twain.'

5) 'Solucio,' solutio, answer.

6) Forsooth.

7) Figure.

8) Nevertheless.

9) 'Prima significat unum,' quoting from the *Carmen.*

10) 'The first betokens one.'

11) 'The second 2, and furthermore.'



secūde, 2. & so forth [1]). ¶|Queleb ill arm si pmo limite ponas. ¶| Simplicit se significat. si vō scdō. Se decies sursū pcedas mltiplicando [2]).

Folio Iv of the manuscript

1) When he says that the first figure means one, the second two, and so on, he does not wish it to be understood for the first figure of every row of figures, but the first figure of 'the aforesaid ten figures,' which was 1.

2) These three lines are from the *Carmen:*

'Qualibet illarum si primo limite ponas,
Simpliciter se significat; si vero secundo,
Sedecies; sursum procedas multiplicando.'

In substance, the author translates this below: 'Every of these figures betokens himself and no more if he stand in the first place of the rule, the word ***simpliciter*** meaning only "that and no more," ' etc.

¶ Nāq figura sequēs qvis signat decies pls. ¶ Pā locata loco qū sigt pēnte [1]) ¶ Expone this vse thus. Euy of these figuris bitokens hym selfe & no mor yf he stonde in the first place of the rewele this word Simplicet. In that verse it is no mor to say but that & no mor. ¶ If it stonde in the secūde place of the rewle he betokens ten tymes hym selfe as this figur. 1. her 2Φ tokens ten tyme hym selfe that is twenty. for he hym self betokenes twey̅ & ten tymes twene is twenty. And for he stondis on the lyft side & in the secūde place he betokens ten tyme hy̅ selfe. And so go forth. ¶ ffor euy figr & [2]) he stonde aftr a noth [3]) toward the lyft side he shal betoken ten tymes as mich more as he schal betoken & he stode in the place th that the figr a for hym stondes. [4]) loo an ensampull. [5]) 9. 6. 3. 4. the figr of .4. tht hase this schape .4. [6]) betokens that hym selfe for he stondes in the first place. The figr of 3. that has this schape 3. betokens ten tymes mor then he schuld & he stode th tht the figr of .4. stondes. tht is thretty [7]). The figr of .6. tht hase this schape .6. betokens ten tymes more than he schuld & he stode th as the figr of .3. stondes for th he schuld tokyn bot sexty & now he betokens ten tymes mor that is sex hundryth. The figr of .9. that hase this schape .9. betokens ten tymes mor than he schuld & he stode in the place th the figr of sex stondes for then he schuld betoken to .9. hundryth and in the place th he stondes now he betokens .9. thousande. Al the hole

1) These two lines are not from the *Carmen* as given in HALLIWELL. They read:

'Namque figura sequens quamvis signat decies plus.
Prima locata loco quam significat praecedente.'

The second line, as will be seen from the facsimile, is difficult, and this interpretation is subject to correction. For the translation of the ancient writer, see Note 4 below.

2) The old use of 'and' (later 'an') in the sense of 'if.'

3) 'A noth,' another,

4) This is the author's free translation of the two verses of Note 10 on p. 17. 'For every figure, if he stand after another toward the left side, he shall betoken ten times as much more as he should betoken if he stood in the place there that the figure afore him stands.'

5) 'Lo, an example.' This passage relating to the number 9634 is found verbatim in another fragment on algorism, of the 14th century, printed in HALLIWELL's *Rara Mathematica,* p. 29.

6) The figure of .4. that has this shape.' The placing of a dot before and after a numeral was common in the Middle Ages, and a relic of it is seen in the dot that conservative writers place after the Roman numerals even yet. The shape of the four given in the manuscript was changed in the fifteenth century, largely by Florentine influence, and by the close of the century the upright form was common.

7) That is, in 9634 'the figure of 3, that has the shape 3, betokens ten times more than he should if he stood there [in the place] that the figure of 4 stands, —that is, thirty.'



nombr is .9. thousande sex hundryth & four & thretty 1). ¶ fforthermor when thu schalt rede a nombr of figr thu schalt be gyn at the last figr in the lyft side & rede so forth to the rigt side as her .9. 6. 3. 4 2). Thou schal begyn to rede at the figr of .9. & rede forth thus .9.3) thousand sex hun-

Folio 2r of the manuscript

1) The reading ends with the old Teutonic form 'four and thirty,' instead of thirty-four. It is only recently that we have, in English, broken away from the old custom, with the numbers below a hundred.

2) 'Furthermore, when thou shalt read a number of figure [Arabic as distinguished from Roman], thou shalt begin at the last figure in the left side, and read so forth to the right side, as here: 9634.'

3) This ends the third page of the manuscript here reproduced.

dryth thritty & four. But when thou schall write thu schalt be gynne to write at the rygt side[1]).

Such is the beginning of a work from which men like RICHARD OF WALLINGFORD may have studied, and that famous scholar, THOMAS BRADWARDIN who became Archbishop of Canterbury, and SWINSHED who wrote the 'Calculator'. It is even possible that ROGER BACON may have read it, and that it played no small part in making known to English scholars the Eastern numerals, that in his time were beginning to be understood in Paris, Oxford, and other centers of learning in Northern Europe.

1) The next topic considered is the zero. The various kinds of number are then discussed, after which addition, subtraction, and multiplication are explained. That part of the work following multiplication is not in the manuscript, and is therefore lost.

Anschauungen der Muslime über die Gestalt der Erde

von Eilhard Wiedemann (Erlangen).

Von Herrn S. Günther ist im Jahre 1877 in seinen Studien zur Geschichte der mathematischen und physikalischen Geographie, Heft 2 (Halle a. S. 1877) die Lehre von der Erdrundung und Erdbewegung im Mittelalter bei den Arabern und Hebräern behandelt worden. Dabei hat er die damals zugängliche Literatur in ausgiebiger Weise benutzt. Von verschiedenen Seiten, unter anderem auch von mir selbst, sind dann Beiträge zu dieser Frage geliefert worden (E. W. Beiträge III, S. 239, V S. 454, Mitteil. zur Gesch. der Med. u. Naturwissenschaften, Bd. 8, S. 1, 1909). Im Folgenden sei etwas weiteres Material zu der Frage mitgeteilt.

Bei Ibn Rusteh [1]), der um 903 n. Chr. schrieb, findet sich eine Zusammenstellung verschiedener Ansichten über die Gestalt der Erde. Zunächst erläutert er im Anschluß an das berühmte Werk von Ahmed ben Muh. Ibn Katîral Farġânî mit dem Titel Kitâb ʿIlal al Aflâk [2]) (Werk über die Ursachen der Sphären), daß die Erde eine Kugel ist, und fährt dann (S. 23) fort:

Verschiedene Ansichten der Angehörigen der verschiedenen Schulen (Milla) [2]) über die Gestalt der Erde.

Im Anfang des Kapitels haben wir über die Gestalt und die Eigenschaften der Erde kurz und auszugsweise berichtet. Wir fanden nun, daß die Angehörigen

1) Ibn Rusteh Kitâb al Aʿlâq al nafîsa, Werk der köstlichen Kostbarkeiten, herausgegeben von M. J. de Goeje, 1892.

2) Al Farġânî ist der berühmte Astronom (vgl. Suter, Die Mathematiker usw. no 39, S. 18; er lebte um 850), dessen Werk über die himmlischen Bewegungen und das Gesamte der Wissenschaft der Sterne von Golius herausgegeben ist. Die Stücke bei Ibn Rusteh sind, worauf schon de Goeje aufmerksam gemacht hat, diesem Werk entnommmen. Der bei Ibn Rusteh aufgeführte Titel kommt sonst nicht vor.

Mitgeteilt sei hier aus al Farġânî folgende Stelle über die viel erörterte Frage nach der Ursache, warum die Sonne usw. am Horizont größer erscheint, die auch bei Ibn Rusteh (S. 11) steht. Al Farġânî sagt (S. 10 des Textes und der Übersetzung): Wir sehen also sie (die Sonne und den Mond) beim Auf- und Untergang größer als in der Mitte des Himmels, und wir sehen die Sonne bei ihrem Untergang, wenn ihr



der verschiedenen Schulen hierin verschiedene Ansichten haben; über alle diese Verchiedenheiten wollen wir berichten, indem wir sie durch das Authentische besiegeln, das von den Philosophen gewonnen ist und zwar mittelst der offenbaren Beweismittel und der klaren Beweise, die zu der Annahme zwingen, welche die Evidenz (der Augenschein) legalisiert und welche den Verständigen nicht verhüllt ist[1]).

Einige Schulen sagen, daß die Erde als eine Fläche ausgebreitet ist nach vier Richtungen, Ost, West, Süd und Nord, und daß die Geschöpfe auf ihr nur auf einer Seite, nämlich der oberen, vorhanden sind und daß die andere Seite, die dieser Seite gegenüber liegt und ihre untere ist[2]); ferner daß der Himmel sich oberhalb der Edre, d. h. oberhalb dessen befindet, was an die obere Seite anstößt; seine Grenze ist bei den übrigen Gegenden (d. h. an den Rändern der oberen Seite) und ihrer unteren Seite; ferner befindet sich rund um die Erde ein Berg, der sie umschließt; an der Grenze dieses Berges geht die Sonne zu ein und derselben Zeit und Stunde auf; dann wird sie [beim Untergang] [von ihm] verhüllt und kreist, während sie abwesend ist, um den Berg; der Berg verhüllt sie vor den Menschen von dem Moment an, in dem sie untergegangen ist, bis zu demjenigen, wo sie wieder im Osten an der Grenze des Berges erscheint. Der Mond und die übrigen Sterne am Himmel verhalten sich in bezug auf das Aufgehen, Untergehen, Verborgensein und Umkreisen des Berges, gerade wie die Sonne.

Eine Gruppe sagt, daß die Erde auf ihrer unteren Seite und der Himmel auf seiner oberen Seite keine Grenze haben, daß auf der Seite des Nordens sich ein hoher Berg befindet, der den Osten und Westen der Erde umgibt. Eine Gruppe sagt, daß die Erde länglich wie eine Säule ist. Einige sagen, daß die Erde einer Halbkugel von der Gestalt einer Kuppel ähnlich ist und daß der Himmel auf die Ränder der Erde aufgesetzt ist. Eine Gruppe sagt, daß sie vielmehr nach einer Seite des Himmels[3]) von dem Himmel ist, aber nicht in der Mitte. Eine Gruppe sagt, daß das, was man von der Umdrehung der Sterne sieht, nur eine Umdrehung der Erde und nicht eine solche der Sonne und der Sphäre (Falak) ist (nach QAZWÎNÎ s. w. u. Ansicht des PYTHAGORAS). Einige sagen, daß die Erde ins Grenzenlose fällt und der Himmel ins Grenzenlose steigt und daß die Sterne im Osten entstehen

---

unteres Ende den Horizont berührt, ganz allmählich untergehen, als ob sie der Horizont zerschnitte, bis das obere Ende untergegangen ist. Was wir aber von der Zunahme ihrer Grösse im Osten und Westen sehen, rührt nicht daher, daß sie dort uns näher ist als in der Mitte des Himmels, sondern weil die Dämpfe, die sich fortwährend von der Erde erheben, zwischen unseren Augen und dem Horizont gelagert sind. Wir sehen sie besonders groß, wenn sich in der Luft die mit viel Feuchtigkeit versehenen Dämpfe zwischenlagern, welche zur Winterszeit und infolge des Regens vorhanden sind; dann erscheinen die Sonne und der Mond zur Zeit ihres Aufganges und Unterganges sehr groß. Legt jemand einen Gegenstand auf den Boden von reinem Wasser, so sieht er ihn größer, als es seiner wahren Größe entspricht. Ist das Wasser rein und vergrößert man die Tiefe, so wird er größer, als man ihn in der Tiefe sah. Dies ist die Ursache für die Größe der Gestirne am Horizont. — Es handelt sich um Beobachtungen, die mit der Brechung zusammerhängen (vgl. hierzu auch ALHAZENI Opticae Thesaurus lib. VII § 55, ed. RISNER, S. 282).

1) Es ist die Ansicht, daß die Erde eine Kugel ist.

2) Hier fehlt wohl etwas, nämlich „keine Geschöpfe trägt“.

3) Hier ist wohl etwas ausgefallen. Es soll wohl heißen, daß die Erde innerhalb des Himmelsgewölbes, aber nicht in der Mitte liegt.



und im Westen dahin schwinden und vergehen[1]; ebenso verhält es sich mit der Sonne und dem Mond. Einige sagen, daß die Erde in der Mitte des Himmels hergestellt ist aus den drei Naturen, nämlich dem Wasser, dem Feuer und dem Wind, welche die Engel umgeändert haben, und daß ferner die nördliche Seite der Erde erhöht und erhaben ist und daß sie in ihrer Zusammenstellung Schicht über Schicht ausgebreitet ist in festem unerschütterlichem Bestand. Auf ihrer oberen Seite befindet sich ein hoher Berg, der beinahe bis an das Himmelsgewölbe reicht. Er geht nach Osten und Westen, er wurde nebst anderen Bergen aufgesetzt [auf die Erde], um Tag und Nacht zu trennen und die Welt in die vier Teile zu scheiden, nämlich Ost, West, Süd, Nord.

Die Rede und die Verschiedenheit hierin ist sehr groß. Die Vertreter der einzelnen Schulen verwenden dabei schwache Beweismittel, die nicht Stand halten und nicht gültig sind. Neigt man ihnen sein Ohr zu, so rostet der Geist, der Verstand verdirbt und man kommt vom Ziel ab. Der wahre Sachverhalt ist in dem gegeben, was die Philosophen und Gelehrten in diesem Gebiet gesagt haben, und in dem, was sie darin von solchen Gegenständen darbieten, die der Augenschein bestätigt und der Verstand nicht zurückweist[2]).

Auch AL MAS'ÛDÎ († ca. 956) betrachtet die Erde als eine Kugel, so in seinem großen Werk Die Goldwäschereien[3]) und die Fundstätten der Edelsteine (Ausgabe von BARBIER DE MEYNARD, Bd. 1, S. 179).

MAS'ÛDÎ gibt ferner in seinem höchst interessanten Werke[4]) Kitâb al Taubîh wa'l Ischrâf, Text S. 27 Übers. S. 45, dem Werk des Aufmerksammachens und der Revision, eine Zusammenfassung seiner früheren Werke. In ihm behandelt er auch die Lehre von der Gestalt der Erde und sagt z. B.:

1) vgl. hierzu E. W. EDERS Jahrbuch 1909.

2) IBN RUSTEH vertritt, wie erwähnt, die Ansicht, daß die Erde eine Kugel in der Mitte des Himmels ist und daß die Sphären sich mit den Himmelskörpern bewegen.

3) Man übersetzt meist den Titel des Werkes „Murûg al Dahab" mit „Goldwiesen", indeß hat schon vor langer Zeit GILDEMEISTER die Übersetzung „Goldwäschereien" als richtig nachgewiesen (Z. S. für Kunde des Morgenlandes, Bd. 5, S. 302, 1844). — Nach S. GÜNTHER, Studien, S. 143, soll MAS'ÛDÎ die Erde sich als eine Art Kuppel usw. vorgestellt haben. Ich habe die betreffende Stelle nicht finden können.

Daß die Muslime Goldwäschereien kannten, geht aus der Schilderung von IBN CHORDÂDBEH (ed. de GOEJE Text S. 179, Übers. S. 120) von denjenigen am Bâchschîn, einem Nebenflusse des Oxus, hervor.

4) Das Kitâb al Tanbîh wa'l Ischrâf ist von M. J. DE GOEJE herausgegeben worden und von CARRA DE VAUX unter dem Titel MAÇOUDI, Le livre de l'avertissement et de la révision übersetzt worden (Paris 1897); vgl. auch Beiträge III, S. 236.

Es sei hier auf seine Schilderung eines Erdbebens hingewiesen. Er sagt S. 74: Ich gebe seine Wirkung wieder, indem ich es mit einer ungeheueren Maschine vergleiche, die die Erde von unten reibt, die unter der Erde vorbeigeht, indem sie sie bewegt und erschüttert, indem sie in der Luft das Geräusch eines gewaltigen Rollens hervorruft.



Die kugelförmige Gestalt der Erde beweist die Weisheit des Schöpfers; wäre sie vollkommen glatt, machte keine Depression und kein Hügel sie uneben, so könnten die Pflanzen nicht existieren, die Gewässer der Meere würden sich gleichmäßig über die Oberfläche ergießen und es gäbe keine Ernten. . . . Deshalb hat Gott gewollt, daß die Erde hier sich erhöhe und dort sich vertiefe und daß hier Berge und dort Ebenen wären.

Das folgende Stück ist entnommen dem Werk von IBN AL HAITAM. Über die Gestalt der Welt (Fî Hajat al'Alam)[1]), einer Schrift, die sich im Mittelalter eines großen Ansehens erfreute, wie die Erwähnung derselben und die Übersetzungen ins Hebräische und Lateinische zeigen[2]). Auch unter den muslimischen Gelehrten stand sie in hohem Ansehen. Ein nicht unbedeutender Mathematiker und Astronom AL CHARAQÎ (ca. 1100 SUTER no. 276 S. 116 und Nachträge) preist die Astronomie als höchste Wissenschaft; unter ihren verschiedenen Bearbeitern steht ihm IBN AL HAITAM am höchsten. Sein Buch will er vervollständigen und zwar dasjenige, das uns beschäftigt. AL CHARAQÎ hat dies in einem größeren und einem kleineren Werke getan, die die Titel führen: „Das höchste Verständnis über die Einteilung der Sphären" und „Die Einsicht Verschaffende über die Wissenschaft der Astronomie". Nach der Inhaltsangabe von AHLWARDT (Katalog Bd. V, S. 155/156) behandelt al CHARAQÎ außer den Lehren in der Abhandlung über die Gestalt der Welt auch noch ausführlich die Eigenschaften der Erde. NALLINO hat in seiner hervorragenden Ausgabe von AL BATTÂNÎ das Werk von AL CHARAQÎ benutzt. IBN AL HAITAM sagt:

Die Welt ('Âlam) ist der Name eines Ortes (Maudi). Man benützt ihn für die Gesamtheit aller existierenden Dinge. Die Gestalt der Totalität der Welt ist die einer Kugel. Die Kugel ist eine körperliche Figur, die eine Fläche begrenzt, in deren Mitte sich ein solcher Punkt befindet, daß alle von ihm zur Kugelfläche gehenden Linien gleich lang sind. Dieser Punkt ist der Mittelpunkt des Kreises und der Kugel. Die Welt ist ein massiver Körper von der Gestalt der Kugel, der Mittelpunkt der Kugel heißt der Mittelpunkt der Welt. Unter meinem Ausdruck „massiv" will ich verstanden haben, daß es in ihm keinen leeren Ort gibt, sondern nur erfüllte[3]). Die

1) Das Werk ist uns arabisch erhalten in dem Codex 734 des India Office, Herrn Prof. ARNOLD, der so gütig war, mir die Benützung desselben in Erlangen zu ermöglichen, sei auch hier bestens dafür gedankt.

2) Vgl. zu der Schrift E. WIEDEMANN, IBN AL HAITAM in Festschrift für Herrn Prof. ROSENTHAL Leipzig 1906, S. 164. M. STEINSCHNEIDER, BULL BONCOMP. Bd. 14. S. 121, 1881; Bd. 16, S. 505, 1883.

3) IBN AL HAITAM vertritt auch in seiner Schrift über den Ort (Makân) die Ansicht, daß es keinen leeren Raum gibt (vgl. E. W. Beiträge. XVII).

Am Schluß unserer Abhandlung über die Gestalt der Welt findet sich noch folgender Zusatz: Die Prämissen, auf welche sich die Zusammensetzung der Sphären (Aflâk) bei Gestirnen (Kaûkab) und allen Körpern, die sich um die Welt bewegen, stützt, sind vier: 1. Die natürlichen Körper bewegen sich von sich aus nur in einer



die Welt erfüllenden Körper sind von verschiedenen Arten; sie werden im ganzen in drei Teile geteilt, in die schweren, die leichten und diejenigen, die weder leicht noch schwer sind.

Die schweren Körper sind diejenigen, die sich von allen Seiten der Welt nach dem Mittelpunkt bewegen; die leichten sind diejenigen, welche sich von der Mitte zu der Oberfläche hinbewegen; die, die weder schwer noch leicht sind, bewegen sich stets um den Mittelpunkt. Der dem schweren Teil eigentlich zukommende Ort ist die Mitte der Welt. Deshalb geht seine Bewegung von allen Seiten zu ihm hin, damit er an dem Ort, der ihm von Natur zukommt, dauernd bleibt. Dieser schwere Teil wird in zwei Abteilungen geteilt, nämlich die Erde und das Wasser. Die Erde ist in all ihren Teilen und dem, was mit ihr an Tieren und Pflanzen verbunden ist von Natur aus schwer und der ihr zukommende Ort ist die Mitte der Welt, welche der dem Mittelpunkt nächste Ort ist. Jeder ihrer Teile, der von seinem Ort zu einem von dem Mittelpunkt entfernteren emporgehoben wird und dann von ihm aus losgelassen wird, bewegt sich infolge seiner natürlichen Kraft nach der Seite des Mittelpunktes, und zwar bis ihn ein Hindernis hindert, das zwischen ihn und dem Mittelpunkt tritt; dann bleibt er stehen, falls er keinen Weg für die Bewegung findet. Wird das Hindernis fortgenommen, das sich unter ihm befindet, so bewegt er sich nach dem tiefsten Ort und wenn möglich, bewegt er sich solange, bis der Mittelpunkt der Welt in seiner Mitte liegt[1]). Ebenso verhält sich jedes Wasserteilchen. Die Gestalt der Erde im ganzen und die Gesamtheit ihrer Teilchen ist ähnlich der Gestalt einer Kugel. Freilich ist ihre Oberfläche nicht streng genommen kreisrund, sondern es sind auf ihr Unebenheiten (?)[2]) und zwar sind es die, welche von den Einflüssen (dem Spureneinprägen) von seiten der himmlischen Körper herrühren; nur heben diese nicht ihre Kugelgestalt auf und bringen sie aus dieser Gestalt heraus, sondern sie verhalten sich beim Vergleich mit der ganzen [Erde], wie die Rauheiten, die sich auf einer kleinen Kugel zeigen. Daher ist die Erde eine kreisförmige Kugel, deren Mittelpunkt der Mittelpunkt der Welt ist, sie ruht in ihrer Mitte, steht fest in ihr, ohne sich nach irgend einer Seite zu verschieben, und sie bewegt sich nicht in irgend einer Art der Bewegung[3]), sondern ruht ewig.

Das Wasser umgibt die Erdkugel. Das Wasser ist aber schwer und bewegt sich nach dem Mittelpunkt: die Erde schiebt sich nun zwischen das Wasser und den Mittelpunkt, daher geht es nach den dem Mittelpunkt zunächstgelegenen Orten

---

einzigen Bewegung. 2. Der einfache Körper bewegt sich nicht in verschiedenen Bewegungen, d. h. er überschreitet (schneidet ab) auf dem Kreise in gleichen Zeiten gleiche Strecken. 3. Der Körper des Himmels nimmt keine Einwirkungen (Infi'âl) an. 4. Der leere Raum existiert nicht.

1) Über hiermit zusammenhängende Betrachtungen über den Schwerpunkt vgl. TH. IBEL, Inauguraldissertation, Erlangen 1909, und E. WIEDEMANNS Beiträge XV.

2) Das Wort ist nicht ganz sicher zu lesen.

3) Vgl. hierzu Beiträge XI, S. 91, wo AL FÂRÂBÎ sich ähnlich äußert. Wie AL FÂRÂBÎ, IBN AL HAITAM und zahlreiche andere die Erde als feststehend ansehen, so auch der große NÂṢÎR AL DIN AL ṬÛSI. In einem Kommentar zu dessen Astronomie von AL GURGANÎ heißt ein Kapitel: Über die Kreisgestalt des Himmels und der Erde und dann wie sich die Erde zum Himmel verhält, wie der Mittelpunkt der Kugel zum Kreisumfang und daß sie ohne Ausnahme (gar) keine Bewegung hat (AHLWARDT Katalog, Bd. 5, S. 162).



und umgibt die Erdkugel. Da die Oberfläche der Erde unregelmäßig gestaltet ist und auf ihr vertiefte und erhabene Stellen sich befinden und anderseits das Wasser infolge seiner Schwere nach dem Mittelpunkt und den Stellen, die ihm am nächsten liegen, strebt, so steigt es infolge seiner Natur zu den tiefen Stellen herab, so daß die erhabenen Stellen entblößt werden, wie die Inseln, die sich in der Mitte des Meeres befinden, während das Wasser sie umgibt[1]) und alles, was auf der Erde von Wohnstätten sich findet, und es sind diese Inseln, welche aus dem Wasser heraustreten[2]). Die Fläche des sichtbaren Wassers ist streng ein Stück Kugelfläche, deren Teile unter einander gleich sind und deren Mittelpunkt der Mittelpunkt der Welt ist; auch alle Linien, die von dem Mittelpunkt der Welt zu irgend einem Punkt auf der Wasserkugel gehen, sind gleich. Das gilt für jeden Teil des Wassers, auch wenn er isoliert ist, wie die Teiche und Tümpel. Das ist die ganze Betrachtung über die schweren Körper.

Der leichte Teil der Welt hat seine eigentümliche Lage in dem Raum zwischen dem schweren Teil und dem, der weder schwer noch leicht ist. Deshalb bewegt sich das, was von ihm bei der Vermehrung[3]) des schweren Teiles entsteht, stets aufsteigend, falls man die Hindernisse fortnimmt, bis daß es diesen Ort erreicht, d. h. den, in dem sich die übrigen [leichten] Teile befinden. Das Feinere (dünnere) ist über dem Dichteren (kaṯîf) angeordnet. Das Leichte wird in zwei Teile geteilt, die Luft und das Feuer.

Die Luft umgibt die Kugel des Wassers und ihre Gestalt ist die einer Kugel [Schale], deren innere Fläche die Wasserkugel berührt und eine hohle Kugelfläche darstellt, da die Wasserfläche sie begrenzt. Nur bringen die Erhebungen der Erde in sie Störungen hinein, wie in die Kugelfläche der Erde. Indeß lassen sie in ihrer Kugelförmigkeit keine [merklichen] Spuren zurück, weil sie im Verhältnis zu ihrer Gesamtheit klein sind. Die obere Fläche, nämlich die konvexe Fläche, stößt an die Kugel des Feuers. Dieser Körper, d. h. die Luft, besteht aus verschiedenen Teilen, wegen der in ihr stattfindenden Ereignisse des Werdens und Vergehens.

Einige Teile der Luft sind dicht und einige dünn.

Die in ihr vorhandene Dichtigkeit[4]) rührt von den dichten Dämpfen her, welche infolge des Erhitzens und Aufwärtssteigen der flüssigen Körper entstehen, wie die stürmischen (ʿâsif) Winde und die Wolke, welche sich aus dem feuchten Dampf bildet Eine Rolle spielt auch die auftretende Kälte, welche in den feuchten Luftarten und ihrem Erstarrenmachen besteht, wie die entstehenden Schneemengen. Sie [die Dichtigkeit] rührt her von den Arten der sich ablösenden Veränderungen.

Was [von der Luft] an die Erde angrenzt, ist stärker erhitzt, als das was ferner liegt, wegen der Reflexion der Sonnenstrahlen, die auf dichtere Körper fallen. Die Luft wird um so kälter, je weiter man sich von der Erde entfernt, bis man sich der Kugel des Feuers nähert, dann wird sie wieder warm wegen ihrer Dünnheit und weil sie dem Feuer ähnlich wird. Je mehr sie sich dem Feuer nähert, um so mehr nimmt ihre Ähnlichkeit mit ihm zu, bis man zu dem Körper des Feuers kommt dem keine Luft beigemengt ist.

Das Feuer umgibt die Luftkugel; seine innere Fläche ist eine konkave Fläche

1) Bei [1]) steht ein Interpunktionszeichen.

2) Bei [2]) steht kein solches, während es wohl umgekehrt sein sollte. Vielleicht ist der Text auch nicht ganz in Ordnung.

3) Gemeint ist wohl „Volumvergrößerung".

4) Der Text scheint hier nicht ganz in Ordnung zu sein.



die die Luftkugel umgibt, die äußere Kugel ist convex und genau kugelförmig. Es begrenzt sie und bestimmt sie der sie umgebende und sich oberhalb ihrer bewegende Körper. Das ist alles, was wir über die beiden leichten Körper zu sagen haben.

Der Teil, welcher weder leicht noch schwer ist, enthält alle Sterne, seine Gestalt ist in der Totalität kugelförmig; er wird von zwei Kugelflächen begrenzt, deren Mittelpunkt der Mittelpunkt der Welt ist. Die eine innere, konkave, genau kugelförmige berührt die Kugel des Feuers, die äußere ebenfalls genau kugelförmige hat unter einander ähnliche Teile, sie umgibt alles Existierende. Dieser ganze Körper bewegt sich in schneller Bewegung von der „Osten“ genannten Richtung nach der „Westen“ genannten; er bewegt durch seine Bewegung alles, was er an himmlischen Körpern enthält, in kreisförmiger Bewegung. Und dieser Körper wird in Teile geteilt; wir werden einen jeden an seinem Ort besprechen. Das ist die summarische Ausführung über die ganze Welt. Wir wenden uns zu ihrer genauen Behandlung, wenn Gott, erhaben ist er, will.

JÂQÛT berichtet uns in seinem geographischen Wörterbuch, Bd. 1, S. 13—16, das Folgende (er vollendete sein Werk 1224 n. Chr.):

Über die Beschaffenheit der Erde und über das, was sich auf ihr an Bergen, Meeren usw. befindet.

Die Alten hatten verschiedene Ansichten über die Gestalt und Form der Erde. Einige sagen, daß sie eine nach den vier Seiten, nach Ost, West, Süd und Nord, ausgedehnte Fläche ist (vgl. IBN RUSTEH). Andere sagen, daß sie die Gestalt eines Schildes[1]), andere, daß sie diejenige eines Tisches, noch andere, daß sie diejenige einer Trommel hat. Wieder andere behaupten, daß sie eine Halbkugel von der Gestalt einer Kuppel ist und daß der Himmel auf ihren Rändern aufgesetzt ist. Andere halten sie für von länglicher Gestalt, wie einen steinernen Zylinder oder eine Säule. Einige sagen, daß die Erde ins Endlose hinabfällt und der Himmel ins Endlose sich erhebt (vgl. IBN RUSTEH). Es gibt solche, die sagen, daß das, was man von der Umdrehung der Sterne erblickt, nur eine Umdrehung der Erde, nicht diejenige des Himmelsgewölbes (Falak) ist[2]). Andere sagen, daß ein Teil der Erde den anderen festhält; andere, daß sie sich im leeren Raum befindet, der keine Grenzen hat. ARISTOTELES behauptet, daß außerhalb der Welt ein Teil des leeren Raumes sich befindet, in dem der Himmel atmet[3]).

---

1) Dem fügt QAZWÎNÎ (Text S. 144, Übersetzg. S. 295) hinzu: „wenn das nicht wäre, so könnte auf ihr kein Bau feststehen und es könnten die Tiere auf ihr nicht gehen“.

2) Bei QAZWÎNÎ heißt es: Von den Alten, von den Gefährten des PYTHAGORAS, gibt es solche, die sagen, daß die Erde sich fortwährend im Kreise bewegt usw. (vgl. auch IBN RUSTEH). QAZWÎNÎ fügt noch bei: DEMOKRIT ist zu der Ansicht gekommen, daß die Erde auf der Luft steht und die Luft unter ihr eingepreßt ist, so daß sie keinen Ausgang findet und genötigt ist, [die Erde] zu tragen. Diese Ansicht kommt der des HISCHAM BEN AL ḤAKAM (s. w. u.) nahe. Andere sagen, sie ruhe auf dem Wasser, wie ein Stück Holz auf demselben; andere, sie schwimme wegen ihrer Größe auf dem Wasser, gerade so wie ein Blättchen aus Blei auf dem Wasser schwimmt, wenn es sehr groß und von beträchtlicher Ausdehnung ist, dagegen untergeht, wenn es klein ist (vgl. Beiträge III, S. 243).

3) Es ist das, wie mir Herr Prof. Dr. GILBERT in Halle mitteilt (vgl. auch dessen Werk: Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums, Leipzig 1907, S.



Die meisten behaupten, daß die Umdrehung des Himmels um sie [die Erde] sie von allen Seiten im Mittelpunkt festhält.

Auch die Scholastiker (Mutakallimûn) haben verschiedene Ansichten. HISCHAM BEN AL ḤAKAM [1]) behauptet, daß sich unter der Erde ein Körper befindet, in dessen Natur es liegt, daß er nach oben in die Höhe steigt, wie das Feuer und der Wind, und daß er es ist, der die Erde an dem Herabfallen hindert; er ist es selbst, ohne daß er eines Gegenstandes bedarf, der stützt, denn er gehört nicht zu den fallenden, sondern zu den nach oben strebenden Gegenständen. ABU 'L HUDAIL [2]) sagt, daß Gott die Erde fest ohne Stütze und ohne Aufhängsel aufgestellt hat. Einige sagen, daß die Erde eine Vereinigung von zwei Körpern ist, einem schweren und einem leichten; in der Natur des leichten liegt das in die Höhe Steigen und in der Natur des schweren das Herabfallen. Jeder hindert seinen Gefährten, daß er nach seiner Seite sich fortbewegt, da die beiden entgegengesetzten Wirkungen sich entsprechen. Die große Menge nimmt als sicher an, daß die Erde die Rundung einer Kugel hat und daß sie in die Höhlung des Himmels gelegt ist, wie der Dotter in die Höhlung des Eies [3]) und daß der sanfte Wind rings um die Erde weht [4]), der sie von allen Seiten nach dem Himmelsgewölbe zieht und daß zwischen ihm sich die Geschöpfe auf

---

517), eine von ARISTOTELES den Pythogoraern zugeschriebene Lehre. Es heißt in der Physik lib. 4 cap. 7 gegen Ende: Auch die Pythagoraeer sagten: Es gebe einen leeren Raum und er dringe in den Himmel, gleichsam als ob dieser atme aus dem unendlichen πνεῦμα, ein. GILBERT bringt diese Lehre mit der Entstehung der Winde in Verbindung.

1) Herr Privatdozent Dr. HORTEN teilt mir aus HOROWITZ „Über den Einfluß der griechischenPhilosophie auf die Entwickelung des Kalâm" (Jahresber. des jüdisch-theologischen Seminars zu Breslau 1909) etwa folgendes mit: Er (HISCHAM) lebte gleichzeitig mit AL NAẒẒÂM († 841) (vielleicht Schüler von ABU'L HUDAIL, vgl. DE BOER, S. 51). Er hieß AL RÂFID (der Renegat, Atheist). Er war sicherlich wie AL NAẒẒÂM Anhänger der Atomistik und steht in Abhängigkeit von den Stoikern. SCHAHRASTÂNÎ erwähnt ihn S. 39: „Die Farben, Arten des Geruches und Geschmackes seien Körper".

2) ABU'L HUDAIL AL ALLAF war ein berühmter Dialektiker, der um die Mitte des 9. Jahrh. starb (vgl. DE BOER, Geschichte der Philosophie, S. 49—51).

3) QAZWÎNÎ hat noch: „und daß sie sich in der Mitte in gleichem Abstand von allen Seiten befindet".

Auch MUQADDASÎ, S. 58, vergleicht die Erde mit dem Eidotter und fährt dann fort: Sie vergleichen den Himmel (Falak) mit einem Drechsler (CHARÂṬ), der einen hohlen Gegenstand im Kreise dreht, dessen Mitte eine Nuß bildet; wenn er diesen Gegenstand im Kreise dreht, so bleibt die Nuß in der Mitte stehen.

Bei EDRÎSÎ heißt es in der Einleitung: Die Erde ist ebenso wie die Gewässer in den Raum eingetaucht, wie das Gelbe es ist in der Mitte des Eies, d. h. in einer zentralen Stellung. Die Luft umgibt sie von allen Seiten und zieht sie in den Raum oder stößt sie von demselben zurück. Gott kennt hiervon die Wahrheit. Die Erde ist in der Mitte des Raumes stabil und ebenso alle geschaffenen Dinge auf der Erdoberfläche, indem die Luft das, was leicht ist, zu sich hinzieht und die Erde, das was schwer ist, zu sich hinzieht, wie der Magnet das Eisen.

Das Meer soll die eine Hälfte der Erde umgeben, es wird mit einem Ei verglichen, das in Wasser in einer Schale eingetaucht ist.

4) Diese Auffassung kommt vielfach vor.



der Erde befinden; ferner daß der Wind das anzieht, was sich in ihren Körpern an Leichtem befindet, und die Erde das, was sich in ihrem Inneren an Schwerem findet, anzieht, denn die Erde hat dieselbe Stellung (Rolle) wie der Magnetstein, der das Eisen anzieht und das, was sich auf ihr an Tieren usw. befindet, hat die Stellung des Eisens [1]). Andere von ihnen sagen, daß die Erde in der Mitte des Himmels ist, dabei begrenzt sie der Zirkel, [dessen Spitze] sich in der Mitte befindet, nach demselben Maß von oben, von unten und von jeder Seite, und daß die Teile des Himmels sie von jeder Seite des Himmels anziehen. Deshalb neigt sie sich nicht nach einer Seite des Himmels mehr als nach einer anderen, da sich die Kraft der Teile entspricht; ein Beispiel hierfür ist der Magnetstein, der das Eisen anzieht [2]).

Das Richtigste und in der Ansicht wahrste, was ich hierin gesehen habe ist das was MUḤAMMED BEN AḤMED AL CHWÂRIZMÎ [3]) sagt, nämlich: Die Erde ist in der Mitte des Himmels, die Mitte ist aber der unterste Teil; die Erde ist im großen und ganzen rund, im einzelnen aber rauh wegen der vorspringenden Berge und der eingeschnittenen Täler; das nimmt ihr aber nicht die kugelförmige Gestalt, wenn sich das Gefühl auf das Ganze bezieht, denn die Größen der Berge sind, selbst wenn sie hoch sind, klein im Verhältnis zur ganzen Erde; oder glaubst du nicht, daß, wenn an einer Kugel von einem Durchmesser von 1 oder 2 Ellen etwas wie ein Hirsekorn hervorragt oder eine entsprechende Vertiefung in sie gemacht wird, doch ihre Teile im großen und ganzen als rund angesehen werden [4])? Wären diese Einkerbungen nicht vorhanden, so würde das Wasser die Erde von allen Seiten umgeben und sie vollständig bedecken, so daß man nichts mehr von ihr sehen würde [5]). Dem Wasser ist mit der Erde gemeinsam die Schwere und das Fallen in die Tiefe. Es besteht aber hierin zwischen ihnen ein Unterschied, infolgedessen das Wasser bei der Verbindung mit der Erde leicht wird; deshalb sinkt die Erde in dem Wasser und der Schmutz fällt zu Boden. Das Wasser sinkt aber nicht in die Erde (die Substanz der Erde) selbst ein, sondern versinkt in ihre Spalten und in das was mit Luft gemischt ist; das Wasser, wenn man sich auf das Verhalten der Luft, die wässerig ist infolge der Zwischenräume [6]), stützt, sinkt in die Luft hinab und die Luft kommt aus ihm heraus, wie der Tropfen aus der Wolke. Da sich aber über der Fläche der Erde Erhebungen finden, so rinnt das Wasser in die Tiefen, wo es zu Meeren wird. Die Gesamtheit des Wassers und

---

1) Ganz ebenso bei IBN CHORDÂDBEH (750) (ed. de GOEJE, Text S. 4 Übers. S. 2).

2) QAZWÎNÎ fügt bei: „Die Anziehung ist aber von allen Seiten die gleiche, daher steht sie in der Mitte."

3) Vielleicht ist hier AL BÊRÛNÎ gemeint, der MUHAMMED IBN AHMED ABU'L RAIḤÂN AL BÊRÛNÎ al CHWÂRIZMÎ heißt; später nennt ihn freilich JÂQÛT „ABU'L RAIḤÂN".

4) DIMISCHQÎ (Text S. 10, Übersicht S. 3) drückt das so aus, daß er sagt: „Mit den Ungleichheiten und Rauhigkeiten ihrer Oberfläche gleicht die Erde dem Gallapfel, der gefurcht und doch rund ist."

5) QAZWÎNÎ fügt bei: „und so die in den Mineralien, Pflanzen und Tieren niedergelegte göttliche Weisheit umsonst wäre". Hieran schließt sich bei QAZWÎNÎ noch die Ansicht von WAHB BEN MUNABBIH, der zunächst sagt: „Die Erde wogte [im Anfang hin und her] wie ein Schiff, wenn es hin- und herfährt, da schuf Gott einen Engel, um sie zu tragen usw." — Das folgende hat für uns kein Interesse.

6) Der Sinn ist wohl der, daß, wenn man mit Luft geschütteltes Wasser sich selbst überläßt, das Wasser zu Boden sinkt und die Luft nach oben steigt.



der Erde bildet dann eine einzige Kugel, welche die Luft von allen Seiten umschließt. Der Teil der Luft ist glühend heiß, der die Sphäre des Mondes berührt wegen der Bewegung und weil die beiden sich berührenden (Sphären) von einander abgezogen werden (aneinander hingleiten). Das Feuer, welches die Luft umgibt, nimmt in der Sphäre nach den beiden Polen zu ab, weil an den Stellen, die den Polen nahe sind, die Bewegung eine langsamere ist.

Die nun folgende Stelle über die Einteilung der Erde nach ABU'L RAIHÂN hat ebenso QAZWÎNÎ (vgl. Text S. 147, Übersetzung S. 300).

Dann kommt die auch sonst sich findende Bemerkung:

Die Geometer sagen, daß, wenn man in Gedanken in die Oberfläche der Erde ein Loch gräbt, man zu der anderen Seite gelangt, und wenn man solch ein Loch bei Fûschang gräbt, so kommt man bei dem Land China heraus.

Dann heißt es weiter:

Die Menschen sind auf der Erde, wie die Ameise auf dem Ei. Für ihre Darlegung (Qaul) führen sie zahlreiche Beweise an. Ein Teil derselben ist bekräftigend und ein Teil befriedigend und jene (die Ameise) ist nicht weit von der Erde entfernt (?), denn das ausgedehnte gestattet die Erhebung des Dinges, daher erscheint die Erde dem, unter dem sie ist, wie ein Teppich und dem über dem sie ist wie ein Deckel.

Nun kommen Angaben über die Größe der Erde [1]), von denen wir nur die erste mitteilen. Es heißt:

Man hat auch über die Ausdehnung der Erde verschiedene Ansichten. MUHAMMED BEN MUSA AL CHWÂRIZMÎ [2]), der Verfasser der astronomischen Tafel, berichtet, daß die Erde entsprechend der freien Gegend [3]) 9000 Parasangen hat. Das Kulturland der Erde umfaßt $^{1}/_{12}$ der Erde, und auf dem Rest finden sich keine Wohnstätten, Pflanzen und Tiere. Die Meere sind zu dem Kulturland gerechnet und ebenso die Wüsteneien zwischen dem Kulturland.

Hieran reiht sich dann die Angabe AL BÊRÛNÎS, daß der Durchmesser der Erde 2163 $^{2}/_{3}$ Parasangen, der Umfang 6800 Parasangen beträgt.

Eine Vergleichung der obigen Anschauungen untereinander und mit denen der antiken Welt würde hier zu viel Raum beanspruchen. Inbezug auf einige Punkte sei auf die am Anfang erwähnte Arbeit von L. GÜNTHER verwiesen.

1) Diese Angaben sind eingehend von A. SPRENGER behandelt. Ausland, Bd. 40, S. 1017, 1042, 1065, 1181; 1867.

2) Die geographischen Leistungen von AL CHWÂRIZMÎ hat sehr eingehend C. H. NALLINO (Mem. della R. Accad. dei Lincei, Bd. 291. 1894) besprochen. Mit den trigonometrischen Tafeln aus dem erwähnten Werk hat nach einer lateinischen Übersetzung A. A. BJÖRNBO (Festschrift für H. G. ZEUTHEN 1909) sich beschäftigt; vgl. zu unserem Gelehrten H. SUTER (Die Mathematiker usw. No. 19, S. 10 und Nachträge S. 158). In dem Werk von MAṢÛDÎ Ḳitâb al Tanbîh werden im arabischen Text S. 186, 199, 222, in der Übersetzung von CARRA DE VAUX S. 251, 267, 295 die Tabellen von AL CHWÂRIZMÎ erwähnt; S. 45 bezw. 70 wird er neben JAḤJÂ IBN MANṢUR, SANAD IBN 'ALÎ, ABÛ MA'SCHR erwähnt, die die Länge von Bagdad bestimmt hatten.

3) JÂQÛT hat „Qaṣd", doch ist mit IBN AL FAQÎH zu lesen, Fidâ'; d. h. in freier Erstreckung ohne Rücksicht auf Berge und Täler.



Ueber einige archimedische Postulate.

Von H. G. ZEUTHEN (Kopenhagen).

„Als archimedisch wird auch häufig die Definition genannt, die Gerade sei die kürzeste Entfernung zweier Punkte. Diese Behauptung ist richtig und unrichtig, je nachdem man den Nachdruck auf den Wortlaut des Satzes oder auf seine Eigenschaft als Definition legt. ARCHIMED benutzt den Satz allerdings in seinen Büchern über Kugel und Zylinder, aber er beabsichtigt keineswegs, durch ihn die Gerade zu erklären. Er nehme an, sagt er vielmehr ausdrücklich . . .“

MORITZ CANTOR in den Vorlesungen über Geschichte der Mathematik I (3. Aufl.), S. 298.

An diese für die Leser des Archimedes selbstverständliche Auffassung, die CANTOR schon in der ersten Auflage seiner Vorlesungen mit denselben Worten ausgedrückt hatte, habe ich mich in meinen Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik im Altertum und Mittelalter [1]) ganz angeschlossen, indem ich die Bedeutung der ausdrücklichen Aufstellung des genannten archimedischen Postulats näher erörterte. Seitdem LEGENDRE die genannte „Definition“ der Geraden an die Spitze seiner „Eléments de Géométrie“ gesetzt hatte, eine Definition, die man noch in den französischen Lehrbüchern festzuhalten scheint [2]), hat die Auffassung, daß diese Definition archimedisch sei, sich jedoch so eingebürgert, daß sie sich nicht gleich durch 2 oder 3 Hinweise auf ARCHIMEDS eigene Werke und durch einige daran geknüpfte Erklärungen ausrotten läßt. Später hat denn auch ENESTRÖM [3]) auf die Möglichkeit hingewiesen, daß ARCHIMEDES, dem man schon im späteren Altertum die genannte Definition beilegte, sie in einer verlorenen Schrift hätte geben können, und die Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften [4]) bezeichnet schlechthin, mit Hinweis auf ARCHIMEDS Schrift über Kugel und Zylinder, die Definition als archimedisch.

[1]) In der deutschen Ausgabe S. 176—177.

[2]) Ich sehe es aus POINCARÉ: Wissenschaft und Hypothese. Zweite deutsche Ausgabe von F. und L. LINDEMANN, S. 36. Zwar wird der Satz hier Axiom genannt, aber ein solches, das den Begriff der Geraden und nicht wie bei ARCHIMEDES den Begriff der Länge einer krummen Linie erklären soll.

[3]) Bibliotheca Mathematica 8_3, 1907, S. 66.

[4]) Bd. III, S. 18.



Zwar habe ich gelegentlich in einem auf dem Mathematikerkongreß in Rom gehaltenen Vortrag über die alten und die neuen Prinzipien der Geometrie die genannte Auffassung aufs neue bekämpft. Dabei mußte ich mich jedoch auf allgemeine Erklärungen begrenzen, ohne detaillierten Nachweis der Verbindung, in welcher ARCHIMEDS Aufstellung des genannten Satzes vorkommt. Da es sich um einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der antiken Prinzipien der Geometrie handelt, so verdienen diese Einzelheiten es wohl, hervorgehoben zu werden, um so mehr, als sie nicht allein die hier genannte Frage beleuchten.

Wir müssen damit anfangen, an die Form zu erinnern, in welcher die Voraussetzungen der Geometrie bei den Alten und besonders bei EUKLID auftreten. Sie werden in Definitionen, Postulaten und Axiomen ausgedrückt. Die Begriffe werden durch die Definitionen eingeführt. Diese Einführung ist jedoch nur für die zusammengesetzten Begriffe vollständig, und zwar dann, wenn die dabei benutzten Grundbegriffe schon als bekannt betrachtet werden können. So kann man eine geradlinige Figur (Vieleck) wirklich definieren, wenn man schon die Gerade kennt. Die Definitionen der Grundbegriffe, die durch keine einfacheren Begriffe erklärt werden können, sind aber bloße Einführungen des Namens, und was der durch einen solchen Namen eingeführte Begriff wirklich enthalten soll, erfährt man erst durch die Postulate und Axiome, unter welchen ich hier nicht unterscheiden will[1]). Diese geben also in einer Form, die sprachlich bequemer ist als eine lange gewundene Definition, die Merkmale, wodurch der Begriff wirklich logisch und mathematisch definiert wird. EUKLIDS Definition einer Geraden (die Linie, welche zu ihren Punkten in gleicher Weise liegt) führt z. B. den Namen ein, ohne irgend welche mathematische Bedeutung zu haben, weshalb er sie gar nicht in den weiteren Untersuchungen benutzt. Die geometrisch fruchtbaren Eigenschaften der Geraden (die Bestimmung durch Punkte, die bedingte Existenz eines Schnittpunktes usw.), mehrere derjenigen des Kreises und die geometrischen Kennzeichen gleicher und ungleicher Größen werden dagegen in den Postulaten und Axiomen ausgesprochen; später in Buch V, übrigens in einer „Definition", nämlich in der vierten, werden sie mit dem jetzt unrichtig „archimedisch" genannten Postulat, auf welches wir bald zurückkommen werden, vervollständigt.

Diese Form der Einführung der die Begriffe definierenden Voraussetzungen ist ja übrigens die auch jetzt übliche Darstellung der Prinzipien der Geometrie. Diese umfassen jetzt wesentlich nur in einem Punkte mehr

[1]) In meinem schon zitierten Buch habe ich es versucht, diesen Unterschied zu erklären.

als die alten Prinzipien. Die Griechen wandten nämlich nur stillschweigend die Voraussetzungen über die Aufeinanderfolge der Punkte einer Geraden und über die Existenz eines Schnittpunktes einer Linie, die einen inneren und einen äußeren Punkt einer geschlossenen Fläche verbindet, mit dem Perimeter an. Sie hatten also noch nicht bemerkt, daß sie dabei Voraussetzungen machten, die wie die übrigen eine ausdrückliche Formulierung verdienen.

Eben eine solche Wahrnehmung, nämlich die der früher stillschweigend gemachten Voraussetzungen, die notwendig sind, um die ursprünglich nur für gerade und gebrochene Linien geltende geometrische Längenmessung auch auf krumme Linien anwenden zu können, treffen wir bei ARCHIMEDES an. In dem ersten Satze seiner Schrift über die Kreismessung, die (nach einer bald zu zitierenden Äußerung in einer neu gefundenen Schrift von ARCHIMEDES) der Schrift über Kugel und Zylinder vorausgegangen ist[1]), wird bewiesen, daß die Fläche eines Kreises dem rechtwinkligen Dreieck gleich ist, dessen eine Kathete dem Halbmesser und dessen andere Kathete der Peripherie des Kreises gleich ist. Im Beweise dieses Satzes benutzt ARCHIMEDES zuerst die Tatsachen, daß der Kreis größer als ein einbeschriebenes Vieleck und kleiner als ein umbeschriebenes Vieleck ist, und daß man durch hinreichende Vermehrung der Anzahl der Seiten den Unterschied kleiner als jede gegebene Fläche machen kann. Diese Voraussetzungen waren teilweise früher von EUKLID bewiesen, teilweise beweist ARCHIMEDES sie selbst. Dabei stützen beide sich auf EUKLIDS achtes Axiom (Das Ganze ist größer als ein Teil) und benutzen beide den Satz EUKLID X, 1, der aus einer Umformung der eben zitierten Definition 4 in EUKLID V hervorgeht. Um überhaupt die Kreisperipherie durch eine gerade Strecke abmessen zu können, muß ARCHIMEDES sich weiter darauf stützen, daß ebenfalls der Umfang eines eingeschriebenen Vielecks kleiner, derjenige eines umgeschriebenen größer als die Kreisperipherie ist. Die Richtigkeit dieser Voraussetzungen wird aber als ganz selbstverständlich betrachtet, ohne auf voraus bedingte Axiome gestützt zu werden. Solche findet man nach PAPPUS' Referat auch nicht bei Denjenigen, die sich früher mit der Rektifikation des Kreises beschäftigt und dabei dieselben Vorausetzungen gemacht hatten. So hat DINOSTRATUS[2]) bewiesen, daß eine

[1]) Die zitierten früher bekannten Schriften finden sich in HEIBERGS Ausgabe I SS. 257 und 1; die neue Schrift in HEIBERGS Übersetzung in Bibliotheca Mathematica 7_3, S. 322, auch besonders bei Teubner erschienen. — HEIBERGS Ansichten über die Reihenfolge der genannten Schriften, an welche ich mich hier anschließe, finden sich in „Das Weltall", 9. Jahrg., S. 168.

[2]) PAPPUS, ed. HULTSCH I, S. 256—258. Siehe S. 77 in meinen schon zitierten Vorlesungen.



gewisse, durch die sogenannte Quadratrix abgeschnittene Strecke sich zu dem Halbmesser eines Kreises so verhält, wie der Halbmesser zu einem Bogen von 90°. In diesem Beweise wird gezeigt, daß sonst entweder ein gewisser Kreisbogen dem für denselben Halbmesser konstruierten Sinus (wie wir jetzt sagen), oder ein anderer Kreisbogen der für denselben Halbmesser konstruierten Tangens gleich sein müßte, und beides wird kurzweg als absurd bezeichnet.

Es mußte doch auf die Dauer dem ARCHIMEDES bedenklich vorkommen, solche Schlüsse zu machen, ohne sie auf voraus ausdrücklich bedingte Postulate zu stützen, und diese Bedenklichkeit mußte verstärkt werden, als er anfing, sich auch mit der Abmessung krummer Flächen zu beschäftigen. Bei dieser neuen Frage mußte die Notwendigkeit in die Augen springen, die geometrische Meßbarkeit durch genau bestimmte Voraussetzungen über die Beziehungen auf die früher allein abgemessenen ebenen Flächen zu sichern, und dadurch mußte die Aufmerksamkeit auf die entsprechende Notwendigkeit für die Abmessung krummer Linien erregt werden.

Die Verbindung, in welche ARCHIMEDES gleich diese beiden Fragen setzte, tritt in seinem Bericht über die erste Veranlassung zur Abmessung einer krummen Fläche hervor. Nachdem er in Satz II der schon zitierten, neu gefundenen Schrift bewiesen hat, daß eine Kugel viermal so groß ist als der Kegel, dessen Grundfläche der größte Kreis, die Höhe aber gleich dem Halbmesser der Kugel ist, fügt er bei [1]):

„Durch diesen Satz bin ich darauf gekommen, daß die Oberfläche der Kugel viermal so groß ist als der größte Kreis, indem ich von der Vorstellung ausging, daß der Kreis einem Dreieck gleich ist, dessen Grundlinie der Umkreis und die Höhe der Halbmesser, und daß die Kugel einem Kegel gleich ist, dessen Basis die Kugeloberfläche und die Höhe der Halbmesser."

Zu Grund für diese „Vorstellungen" lag offenbar, wie wir jetzt sagen dürfen, nachdem wir durch die neu gefundene Schrift die infinitesimalen Betrachtungen kennen gelernt haben, die ARCHIMEDES' Ausarbeitung exakter Exhaustionsbeweise vorangingen, die Auffassung des Kreises als aus unendlich vielen Dreiecken und der Kugel als aus unendlich vielen Pyramiden zusammengesetzt, deren Höhe der Halbmesser ist.

In der wirklich exakt begründeten Durchführung der Bestimmung der Inhalte der Kugel und ihrer Oberfläche, die wir in der Schrift von der Kugel und dem Zylinder finden, folgte ARCHIMEDES jedoch nicht dem Weg, der ihn, wie wir hier sehen, zur Komplanation der Oberfläche geführt

[1]) Ich zitiere hier nach HEIBERGS Übersetzung aus „Das Weltall", 9. S. 164.



hatte. Nein, er greift umgekehrt die letztere Bestimmung, die ihn vielleicht durch ihre vollständige Neuheit und eben wegen des Bedarfs neuer Postulate am meisten interessierte, zuerst auf und knüpft später daran die geometrischen Beweise der früher anders gefundenen Bestimmung der Rauminhalte. Da er also gleich im Anfange der Schrift die für die Abmessung krummer Flächen notwendigen Postulate aufstellen muß, benutzt er diese Gelegenheit, um zur selben Zeit die früher versäumte Grundlage der Abmessung krummer Linien in der Ebene zu geben. Es ist wirklich nur eine Gelegenheit, die er ergreift; denn in den folgenden Untersuchungen über krumme Flächen wird kein Gebrauch von der Abmessung der krummen Linien und den dafür besonders geltenden Postulaten gemacht. Es findet nur die schon hervorgehobene Analogie zwischen den zwei Fragen statt. Daher können wir auch aus der Schrift dasjenige, was krumme Linien betrifft, entnehmen und lediglich als eine Vervollständigung der früheren Schrift über die Kreismessung betrachten.

Diesem die Kreismessung vervollständigenden Auszug gehören erstmalig die zwei ersten Definitionen an:

1. Es gibt gewisse begrenzte Kurvenbogen, die entweder ganz auf derselben Seite der ihre Grenzpunkte verbindenden Gerade liegen oder doch nichts auf der anderen Seite liegend haben.

2. Ich nenne einen solchen Bogen hohl zu einer Seite, wenn die Geraden, die zwei willkürliche Punkte des Bogens verbinden, sich entweder alle auf dieser Seite des Bogens befinden oder einige sich auf dieser Seite, andere auf der Linie selbst, keine auf der anderen Seite befinden.

Man sieht, daß ARCHIMEDES, wenn er auch in der ersten Definition die Bogen als krumme bezeichnet (τινες καμπύλαι γραμμαί), ganz bestimmt auf den Fall Rücksicht nimmt, daß sie teilweise aus Geraden bestehen. Dies ist ihm auch nötig, um die diese Bogen betreffenden Postulate auf den Vergleich des Kreises mit umbeschriebenen Vielecken anwenden zu können.

Die folgenden Definitionen 3 und 4 führen auf ähnliche Weise krumme Flächenstücke ein, die von Kurven, die in einer Ebene liegen, begrenzt sind, und geben die Bedingung dafür an, daß sie in einer bestimmten Richtung hohl sind. Sie sind mit derselben Sorgfalt abgefaßt. In 5 und 6 definiert ARCHIMEDES einen räumlichen Sektor und einen sogenannten räumlichen Rhombus.

Von den demnächst folgenden Postulaten betreffen die zwei ersten die krummen Linien.

1. Von allen Linien mit denselben Endpunkten ist die Gerade die kleinere.

2. Von den übrigen in einer Ebene liegenden Linien mit denselben



Endpunkten sind zwei ungleich, wenn sie beide zur selben Seite hohl sind und die eine entweder ganz von der anderen und der Geraden mit denselben Endpunkten umschlossen wird, oder teilweise umschlossen wird, teilweise mit der anderen zusammenfällt, und die umschlossene ist die kürzeste.

Die folgenden Postulate 3—4 sagen das entsprechende über die in den Definitionen 3 und 4 definierten krummen Flächenstücke aus. Das fünfte Postulat ist das eudoxische Postulat, das die Geometer unserer Zeit gewöhnlich das „archimedische" nennen [1]), in einer Gestalt, die es speziell auf Längen krummer Linien, krumme Flächen und Räume anwendbar macht: 5. Unter ungleichen Linien, ungleichen Flächen und ungleichen Räumen wird die größere die kleinere um eine Größe übersteigen, die selbst multipliziert jede gegebene, mit ihr vergleichbare Größe überschreiten kann.

Die hier postulierte Eigenschaft der speziell genannten Größen ist nach EUKLID V. Def. 4 die Bedingung dafür, daß man daraus Verhältnisse bilden kann; diese Definition lautet nämlich:

Man sagt, daß zwei Größen unter sich ein Verhältnis haben, wenn die eine multipliziert die andere übersteigen kann.

Die einzigen Anwendungen, die ARCHIMEDES in „Kugel und Zylinder" von den Definitionen 1 und 2 und den Postulaten 1 und 2 macht, ist der unmittelbar auf die Postulate folgende Schluß, daß der Umfang eines einem Kreise einbeschriebenen Vielecks kleiner als die Peripherie des Kreises ist, und der nun leicht zu beweisende Satz 1, daß der Umfang eines dem Kreise umbeschriebenen Vielecks größer als die Peripherie des Kreises ist. Dies waren eben die in der Kreismessung benutzten Voraussetzungen, und diese Arbeit ist also jetzt vervollständigt.

Vielleicht wird ein moderner Axiomatiker doch noch einen Beweis dafür vermissen, daß die Länge einer Kreisperipherie oder eines Kreisbogens, die, als geometrisch meßbare Größe betrachtet, erst durch die Postulate definiert wird, wirklich existiert. Ohne nachzuforschen, inwiefern auch ARCHIMEDES auf die logische Berechtigung einer solchen Forschung aufmerksam war, wird man sehen, daß er ihr jedenfalls faktisch Genüge leistet. Durch den schon besprochenen Satz 1 der Kreismessung wird nämlich die Existenz der Länge der Kreisperipherie eine Folge derjenigen der Kreisfläche, und die letztere Existenz folgt unmittelbar aus den Betrachtungen, mittels deren EUKLID in XII,2 beweist, daß zwei Kreise sich wie die Quadrate der Durchmesser verhalten.

Mehr unmittelbar folgt jedoch die Existenz der genannten Längen

[1]) Siehe meinen Kommentar zur neuen Schrift des ARCHIMEDES, Bibliotheca Mathematica 7_3, S. 344.



aus den Sätzen 3 und 4 der Schrift über Kugel und Zylinder. 3 sagt nämlich aus, man könne, wenn zwei ungleiche Größen und ein Kreis gegeben sind, immer zwei solche Vielecke (und zwar, wie es aus dem Beweise hervorgeht, regulär mit gleicher Seitenzahl), derart ein- und umbeschreiben, daß die Seite der letzteren ein Verhältnis zur Seite der ersten hat, das kleiner als dasjenige der größeren gegebenen Größe zur kleineren ist. Da die Umfänge des Vielecks sich wie die Seiten verhalten, so wird es bewiesen, daß, wie wir jetzt sagen, der Grenzwert der Verhältnisse der Umfänge der Vielecke bei sukzessiver Verdoppelung der Seitenzahl 1 wird. In 4 wird dasselbe von Kreisbogen bewiesen. Im folgenden werden die entsprechenden Sätze für die Flächen der Vielecke daraus hergeleitet, um in den nächsten Untersuchungen weiter verwertet zu werden.

Der Satz 2 ist ein Hilfssatz, der in den Beweisen für 3 und 4 benutzt wird. Er sagt aus, wenn zwei ungleiche Größen gegeben sind, so kann man zwei solche ungleiche gerade Strecken finden, daß die größere zur kleineren ein kleineres Verhältnis habe als die größere gegebene Größe zur kleineren. In die Sprache der jetzigen Mathematik übersetzt, würde ARCHIMEDES' Beweis so lauten: Wenn $u > v$, kann man (Postulat 5) die ganze Zahl n so groß machen, daß $n(u - v) > v$, also $nu > (n+1)v$, und daher das Verhältnis $n+1:n$, das sich als das Verhältnis zweier geraden Strecken darstellen läßt, kleiner als $u:v$. Was wir aber hier durch Operationen mit algebraischen Symbolen ausdrücken, muß ARCHIMEDES durch geometrische Operationen mit geraden Strecken ausführen. Um dieses zu erreichen, ersetzt er gleich die Größen, die wir u und v genannt haben, durch zwei Strecken. Was ihn dazu berechtigt, ist, daß wegen seines Postulates 5 die Größen u und v EUKLIDS in seiner obengenannten Definition ausgedrückte Bedingung, dafür ein Verhältnis zu bilden, erfüllen; denn ein Verhältnis kann immer als das Verhältnis zweier Strecken dargestellt werden. Wie unentbehrlich diese Darstellung ARCHIMEDES vorkommt, ersieht man daraus, daß er hier ganz ausnahmsweise die Möglichkeit der Subtraktion $u-v$, welche er eigentlich durch sein Postulat 5 bedingt hatte, durch einen Hinweis auf EUKLIDS Satz I3 begründet[1]).

Vielleicht darf ich nicht hoffen, daß der ehrwürdige Greis, dem diese Zeilen gewidmet sind, allen meinen hier vorgeführten Betrachtungen beitrete. Sie heben jedenfalls ARCHIMEDES' eigene Sätze und Beweise hinlänglich hervor, um zu zeigen, wie viele Mühe dieser sich gibt, um die Längen krummer Linien als geometrisch meßbare Größen begrifflich einzuführen.

[1]) Es konnte nahe liegen, diese Pedanterie einer späteren Zufügung zuzuschreiben; aber eben um einer solchen Auffassung zu entgegnen, zeigt HEIBERG in seiner Archimedesausgabe I, S. 15, durch ein Zitat von PROCLUS, daß die Archimedesausgaben schon zur Zeit des letzteren den Hinweis enthielten.



Daß das Postulat 1 nicht formal als eine Definition der Geraden hervortritt, ist klar. Man wird auch ersehen haben, daß der Begriff der Geraden schon im voraus (siehe die Definition 2) als ein bekannter betrachtet wird, und daß dieser Begriff genau derselbe ist, welchen EUKLIDS Postulate charakterisieren, wie überhaupt ARCHIMEDES' Betrachtungen ganz auf EUKLIDS Voraussetzungen fußen. Es wäre auch undenkbar, daß eben ARCHIMEDES, der hier zuerst gesehen hat, welche Sorgfalt die Einführung des geometrischen Begriffes der Länge einer krummen Linie erfordert, in einer anderen verlorenen Schrift diesen Begriff als hinlänglich einfach betrachtet habe, um schon zur Definition der Geraden benutzt zu werden. Dagegen läßt es sich wohl denken, daß später ein Nachfolger des großen Geometers, der nicht ARCHIMEDES' logisches Feingefühl besaß, gemeint habe, daß ARCHIMEDES' erstes Postulat, das jedenfalls etwas sagt, eine bessere Definition der Gerade abgeben würde als die nichtssagende von EUKLID. Da nun der Satz, den er als Definition benutzte, wirklich archimedisch ist, so lag es nahe, demnächst auch die so gebildete Definition als archimedisch zu benennen. Daher darf man gar nichts daraus schließen, daß PROCLUS darin eine archimedische Definition der Gerade sieht, die er in Verbindung mit der bekannten euklidischen zu setzen sucht.

Besser ward ARCHIMEDES von den Männern verstanden, die in der neueren Zeit die Berechnung von Kurvenlängen wieder aufnahmen und die auch eines exakten Ausgangspunktes für diese Berechnung bedurften. VAN HEURAET, FERMAT, PASCAL u. a. stützten sich in den Beweisen für die Rektifikationen direkt auf ARCHIMEDES' hier genannte Postulate 1 und 2. Erst später, als man über dem glänzenden Erfolg der Technik der Infinitesimalrechnung es versäumte, den zugrunde liegenden Begriff des Unendlichen selbst näher zu erklären, drückte man auch ohne weiteres die Bogenlänge durch Integrale aus und vergaß, was eben ARCHIMEDES entdeckt hatte, daß der geometrische Vergleich krummer Linien mit geraden Strecken besondere Voraussetzungen fordert. Dann konnte man aufs neue das erste Postulat des ARCHIMEDES als eine Definition betrachten. Da man doch zur selben Zeit die euklidischen Postulate benutzte, durch welche man *beweisen* kann, daß eine Gerade kürzer als eine dieselben Punkte verbindende *gebrochene* Linie ist[1]) so gründete man die Geometrie auf eine recht unklare Mischung von Prinzipien. Eine solche lag dem ARCHIMEDES fern.

[1]) EUKLID, I, 20.

Lettre du P. Antoine Thomas S. J. datée de Péking, le 8 septembre 1688.

Par H. BOSMANS S. J., à Bruxelles.

ANTOINE THOMAS, fils de PHILLIPPE THOMAS, procureur près le conseil de Namur et de MARIE DERHET, naquit à Namur le 25 mars 1644, et entra à Tournai au noviciat de la province Gaule-Belgique de la Compagnie de Jésus le 24 Septembre 1660. Il y a un an, à l'occasion de la publication d'une autre lettre de THOMAS, j'ai donné, dans les Missions Belges de la Compagnie de Jésus[1]), un résumé très sommaire de sa vie et de ses travaux. Voici ce quil est indispensable d'en rappeler pour l'intelligence de la lettre actuelle:

THOMAS quitta LISBONNE pour les missions de la Chine le 3 avril 1680. Après un voyage lent, pénible, mouvementé, coupé par des séjours prolongés à Goa, au Siam et à Macao, il se trouvait à Nanking le 7 octobre 1686. Je ne saurais donner la date exacte de son arrivée à Péking.

À peine parvenu dans la capitale de la Chine, il s'y fit aussitôt remarqué par l'illustre P. FERDINAND VERBIEST, président du Tribunal des mathématiques. Sous ce nom un peu étranger les jésuites missionaires désignaient une espèce de Bureau des longitudes, qui fonctionnait à Péking et avait la direction de l'Observatoire impérial dans ses attributions. Grâce à son influence chez l'empereur KANG-HI, VERBIEST fit nommer ANTOINE THOMAS à l'une des deux vice-présidences de ce Tribunal; la deuxième était occupée par le P. THOMAS PEREYRA, Portugais[2]).

Mais cette situation fut de courte durée. Le 28 janvier 1688, vers trois heures de l'après—midi, VERBIEST s'éteignait doucement à Péking. KANG-HI fit faire à son président du Tribunal des mathématiques des funérailles princières. Aussitôt après, il fallut pourvoir à son remplacement, PEREYRA et THOMAS firent agréer par l'empereur la candidature du P. PHI-

1) TOME X, Bruxelles, Bulens, 1908, pp. 12—23 et 60—65. — Dans cette lettre écrite au P. VERJUS, procureur général des missions de Chine à Paris, THOMAS raconte son voyage de Lisbonne à Goa.

2) Né à S. Martinho de Valo le 12 novembre 1645, THOMAS PEREYRA entra au noviciat de la Compagnie de Jésus le 25 Septembre 1663, arriva en Chine en 1673 et mourut à Péking le 24 Décembre 1708.



LIPPE GRIMALDI [1]). Mais GRIMALDI, fort bien en cour, était alors en mission en Europe au nom de KANG-HI et on ne pouvait guère espérer le voir de retour en Chine avant plusieurs années. Les deux vice-présidents s'offraient donc pour remplir l'intérim de la présidence en l'absence du titulaire. L'empereur agréa cette combinaison. Cette situation provisoire fut longue, car le P. GRIMALDI ne rentra à Péking que vers la fin de 1694 ou au commencement de 1695.

Après avoir rempli les charges les plus importantes, le P. ANTOINE THOMAS mourut à Péking, le 29 juillet 1709 [2]).

La lettre que je publie aujourd'hui appartient à la Bibliothèque des PP. Bollandistes, à Bruxelles. C'est un autographe sur papier de Chine, d'une écriture belle, ferme, n'offrant aucune difficulté de lecture. L'écriture du P. THOMAS est caractéristique et se reconnaît au premier coup d'œil.

Le destinataire de la lettre, tout en n'étant pas explicitement nommé, ne peut faire l'objet d'aucun doute. THOMAS écrit au provincial de la province Gaule-Belgique de la Compagnie de Jésus, à laquelle il avait appartenu avant son départ pour la Chine. C'était alors le P. JEAN VAN RIEST, qui occupa la charge du mois de mars 1668 au mois de mars 1671 [3]).

Le principal personnage dont il est question dans la lettre, le P. FERDINAND VERBIEST, est trop connu pour devoir donner ici sa biographie [4]). VERBIEST n'était pas hollandais comme on le dit parfois à tort, mais belge. Il naquit, en effet, à Pitthem, gros village de la Flandre Occidentale situé près de Courtrai, le 9 octobre 1623. Le fait n'est pas contestable. Les registres de baptême de la commune de Pitthem existent

1) Il naquit à Coni, en 1639, entra au noviciat de la Compagnie de Jésus le 14 janvier 1657, arriva en Chine en 1671, et mourut à Péking le 8 novembre 1712.

2) La Bibliographie des œuvres du P. THOMAS a été donnée dans la *Bibliothèque de la Compagnie de Jesus...* par les PP. AUGUSTIN ET ALOYS DE BACKER S. J. . . Nouvelle édition, par CARLOS SOMMERVOGEL S. J. . . Bruxelles, Schepens, tom. 7, 1896, col. 1976—1980; tom. 9, 1900, col. 874. Suffisamment complète en ce qui regarde les ouvrages imprimés du P. THOMAS, cette bibliographie est fort défectueuse en point de vue de sa correspondance manuscrite. Ni la lettre que je publie, ni les autres lettres possédées par la Bibliothèque des Bollandistes, pour ne citer que celle- là, n'y sont mentionnées.

3) Il naquit à Helchin le 2 avril 1609, entra au noviciat de la Compagnie de Jésus à Tournai, le 2 octobre 1629, et mourut en voyage, en cours de route, près de Douai, le 31 décembre 1677.

4) La meileure biographie de VERBIEST reste toujours celle qui a éte donnée par l' abbé CARTON sous le titre de: *Notice biographique sur le P. F. Verbiest*, Missionnaire à la Chine. Bruges, Van de Casteele-Werbrouck. Elle parut d'abord dans les *Annales de la Société de Émulation pour l'histoire et les antiquités de la Flandre Occidentale*, Tom. I, Bruges, 1839, pp. 89—156.



encore [1]) et de multiples documents conservés dans diverses maisons de la Compagnie de Jésus en témoignent [2]).

VERBIEST entra dans la province Flandre-Belgique de la Compagnie de Jésus, au noviciat de Malines, le 2 septembre 1641; s'embarqua à Lisbonne pour la Chine au commencement de 1657 et arriva à Macao dans le courant de 1659. Les jésuites missionnaires de la Chine l'appellent presque toujours le P. Ferdinand, sans ajouter au prénom le nom de famille.

Je n'entrerai pas dans le détail de sa vie. Il me faut, cependant pour l'intelligence de la lettre de THOMAS, rappeler la retentissante controverse de VERBIEST, avec l'astronome mahométan YAMQUAMSIEN. À la suite de cette dispute scientifique, KANG-HI enleva à cet ignorant la présidence du Tribunal des mathématiques pour la confier à VERBIEST. Ceci se passait en 1669. Cette discussion a éte racontée en détail par VERBIEST lui même, dans son Astronomia Europaea [3]) et resumée par DELAMBRE, dans son Histoire de l'Astronomie du Moyen-age [4]).

Un dernier mot. Notre lettre n'est pas la seule écrite par le P. THOMAS sur la vie et les funérailles de son prédécesseur. Il en existe une autre dont je ne connais pas l'original latin, mais dont on a publié des traductions en diverses langues; je citerai notamment celle qui a été donnée en allemand dans le Welt-Bote du P. STÖCKLEIN [5]). Cette lettre adressée par le P. THOMAS à toute la Compagnie a surtout pour objet de faire connaître les vertus religieuses de son prédécesseur et ne fait en rien double emploi avec la lettre qui suit.

Pekini 8ª sept. 1688.

Reuerende in Christo Pater.
P(ax) E(iusdem).

Hodierna die, qua indignus in Soc(ieta)tem admissus fui [6]), par est dilectae Prouinciae quae me in sinu suo suscepit fouitque tot annis, aliquod gratitudinis tri-

---

1) L'extrait concernant VERBIEST a été publié par CARTON, o. c. p. 64.

2) Voir, par exemple, l'extrait de l'Album novitiorum de la province Flandre—Belgique de la Compagnie de Jésus, cité par CARTON, o. c. p. 64. VERBIEST écrit de sa propre main: „Ego FERDINANDUS VERBIEST, Pitthemiensis natus anno 1623, mense octobri, die 9ª, ex legitimo thoro patre JUDOCO VERBIEST, ballifo et receptore pagorum Pitthem et Coolscamps, et matre ANNA VAN HECKE.“ L'Album novitiorum de la Flandre-Belgique se conserve anjourd'hui au noviciat de la Compagnie de Jésus, à Tronchiennes (Belgique).

3) Dilingae, MDCLXXXVII, cap. I—VI, pp. 1—18.

4) Paris, Courcier, 1819, pp. 214—217.

5) Tom. II, Augsbourg et Gratz, 1728, pp. 8—13.

6) Le P. THOMAS entra au noviciat de Tournai, nous l'avons dit, le 24 septembre 1660, mais il avait été admis dans la Compagnie de Jésus à Namur, le 8 septembre de la même année par le P. HUBERT WILTHEIM provincial de la province Gaule-Belgique. C'est à l'anniversaire de son admission que THOMAS fait ici allusion.



butum, in beneficiorum memoriam transmittere: nullum autem gratius fore confido, quam his litteris ad R(euerentiam) V(estr)am missis, exhibere quemadmodum Soc(ie)tas nostra, in his locis tot agitata tempestatibus, feliciter continuato laborum cursu, etiam ad maiora prioribus diuinae gloriae incrementa eluctetur.

Hanc breuem narrationem exordior a tristi ac luctuosa toti missioni morte P. FERDINANDI VERBIEST, cuius vires cum paulatim elanguissent ex tantis laboribus atque lenta deinceps aegritudine, frustra laborantibus medicis Regiis, tandem febri nobis ereptus est die 28ª januarii anni huius sub horam tertiam pomeridianam. Summas huius religiosissimi viri virtutes, atque maxima in hanc missionem merita, cum tempus modo non suppetat, ad scribendum deinceps eius elogium remitto, ne pauca pro tantis meritis dicam. Eam mortem velut amantissimi parentis luxi, hicque duo superstites[1]) facile succubuissemus dolori, nisi Imperator eam sua singulari benevolentia releuasset. Eodem die, de morte Patris admonitus, eam grauissime sensit, cumque pridie Auia sua cessisset e vita, et tota curia versaretur in luctu, funeralia a nobis differri voluit, usque dum Auiae suae fuisset parentatum. Hoc vbi peractum est, die 28ª februarii, misit Imperator domum nostram duos magnates, qui defuncto parentarent, iis utentes caeremoniis sinicis, quas licere per christianam legem, Imperator ante cognouerat. Insuper in defuncti laudem elogium attulerunt legeruntque ab Imperatore conscriptum, et sepulchro appendendum. Imperatoris exemplum plures primae notae mandarini secuti, ad collegium defuncto parentaturi venerunt, quorum aliqui inscripta magno panno serico, defuncti elogia appendere. Die vero 11ª martii, qua defuncti corpus delatum est ad sepulturam, olim P. MATTHAEO RICCIO[2]) datam, Imperator 1° mane misit ab aula Socerum suum, qui et auunculus suus est, vna cum aliis septem, qui suo nomine funus comitarentur. Vbi per plateos vrbis processum est (quod in vrbe gentili incredibile videri potest) innumera populi multitudo, vtrimque densissimo agmine immota stetit. Post nomen defuncti altae tabulae more sinico inscriptum, sequebatur in eleganti conopaeo exornata crux Christi Saluatoris, quam accensis cereis vtrimque longo agmine, vti et alias sanctas imagines comitabantur christiani albis vestibus induti[3]). Gestabatur deinde imago B. Virginis, atque longo post interuallo imago S. Michaelis etc. Feretrum ad latera comitabamur, vti et retro Imperatoris socer, vna cum magnatibus supra relatis, quos deinde mandarinorum turba sequebatur. Vbi ad locum sepulturae ventum est, peractis Ecclesiae ceremoniis, quibus feretrum in tumulo depositum est, propius stetit Imperatoris socer, et publice verba ab Imperatore locutus in defuncti laudem, ad aulam discessit. Post P. FERDINANDI mortem, illud valde notabile fuit, quod Imperator longe plus solito, multa sigillatim de re christiana ac fundamentis legis diuinae interrogari curaret, prolixique de ea ab aulico ad id misso miscerentur sermones, sic vt cernere nescio quid in Imperatoris animo videretur. Ita speramus fore vt qui in vita tantopere laborauit, vt Imperatoris aeternae saluti consuleret, fruens aeterna felicitate, memor sit futurus eiusdem studii et amoris sui, quo ad sollicitandam huius maximi Principis atque Imperii conuersionem, suos continuo apud Deum interponat preces.

1) Les PP. THOMAS PEREYRA et ANTOINE THOMAS, vice-présidents du Tribunal des mathématiques.

2) MATHIEU RICCI naquit à Macerata, le 6 octobre 1552, entra dans la Compagnie le 15 août 1571 et arriva à Goa en 1578. Il en partit pour la Chine en 1583 et mourut à Péking le 11 mai 1610. On doit le regarder comme le véritable fondateur de la mission de la Chine.

3) Le blanc, on le sait, est en Chine la couleur de deuil.



Postridie funeralium fuimus ad palatium gratias actum Imperatori de honore praestito exequiis P. FERDINANDI; ac deinde eius jussu rediimus vesperi una cum muneribus, quae 5 Patres Soc(ieta)tis n(os)trae e Gallia profecti[1]), atque huc appulsi die 7ª februarii attulerant. Pauca Imperator apud se retinuit, caetera in collegio seruanda remisit. Eminebant inter caetera insignis artis duae machinae quae eclipses solis et lunae, et minorum planetarum motus repraesentabant, dona digna quae tanto principi offerrentur. Deinde 22ª martii vna omnes in suum conspectum venire jussit; magnaque admodum benevolentia excepit. Post aliquas familiari quodam modo percunctationes ad alteram aulam nos dimisit; vbi significari jussit se duos hic retinere, nempe P. JOANNEM GERBILLON[2]) et P. JOACHIMUM BOUVET[3]); aliis vero facultatem dare, vt vbilibet pro libitu suo in Imperio morarentur, in eo P. Vice-Visitatoris[4]) ad amussim determinationem secutus. Igitur vltimo martii, tres Patres reliqui[5]) gratiis pridie Imperatori actis, in Prouinciam Quansi discesserunt, huic et vicinae prou(inci)ae, omni ope destitutis subsidium allaturi. Percunctatus est deinde aulicus, ab ore vt opinor Imperatoris, cur tam pauci e Soc(ieta)te nostra in Chinam venirent, cum tantam in eis beneuolentiam ostenderet, ac toto imperio libere legem diuinam propagarent: nonne, inquit, sociis in Europa degentibus ista scribitis? Respondi subsultante prae gemitu corde, recentem adhuc esse hanc in Europa notitiam, me non dubitare quin breui quamplurimi huc aduenirent, tanta rei christianae felicitate, atque tanto Imperatoris erga nos fauore inuitati; quae quidem sine lacrimis scribere non licet; dum video in tanta operarorium paucitate, paene irritam cadere, tam praeclaram occasionem, qua potentissimus totius orbis Princeps tam beneuole ad vastissimum hoc suum imperium, vbique florens pace ac tranquillitate Nostros inuitat.

Vix discesserant Patres ex vrbe, cum |a Tribunali actum est de successore P. FERDINANDI. Iam pridem Imperator aulicum ad collegium miserat, cogniturus, quae nostra foret super eo sententia. Ambo hic superstites[6]) proposuimus Patrem GRIMALDI absentem, cuivs vsque ad reditum absentiam suppleremus, quae placuit Imperatori propositio. Interea Tribunal longe alia agitans consilia vnum Sinensem mandarinum in locum praesidis Tribunalis proposuit, et pro assessore quemdam, YAMQUAMSIEN[7]) discipulum, a quo etiam mandarinus olim fuerat creatus. Imperator ad Tribunalis memoriale respondit a se declarari vt par erat, P. PHILIPPUM GRIMALDI successorem P. FERDINANDI, eo autem absente, in eodem officio substitui duos presentes, cum eadem potestate. Distincte insuper declarauit Imperator normam et modum, quo a nobis, ea praefectura Tribunalis gereretur; scilicet

1) Ces cinq pères français étaient les P. P. JEAN GERBILLON, JOACHIM BOUVET LOUIS LECOMTE, JACQUES DE FONTANEY et CLAUDE DE VISDELOU.

2) Né à Verdun, le 4 juin 1654, entré dans la Compagnie de Jésus, le 5 octobre 1670; parti pour la Chine en 1685 où il arriva en 1687; mort à Péking le 27 mars 1707.

3) JOACHIM BOUVET naquit au Mans, le 18 juillet 1656. Il entra dans la Compagnie de Jésus le 11 octobre 1673 et mourut à Péking le 28 juin 1730.

4) C'était probablement encore le P. JOSEPH TISSANIER ou peut-être déjà le P. FRANCOIS XAVIER PHILIPUCCI.

5) LES PP. LECOMTE, DE FONTANEY et DE VISDELOU.

6) Nous l'avons déjà dit ci-dessus, les PP. PEREYRA et THOMAS.

7) YAMQUAMSIEN, l'astronome mahométan, dont VERBIEST avait prouvé l'ignorance.



nos tantum in eo Tribunali illis rebus praesidere quae ad scientias mathematicas spectant, reliqua vero, vel a nostra Religione aliena, vel a nostro instituto, ut sunt nouorum mandarinorum electiones, super his et similibus rebus consultationes minime ad nos spectare; quo quidem ad Tribunal misso rescripto, hanc praefecturam singulari prorsus beneficio, ad normam instituti Soc(ieta)tis nostrae, quemadmodum in Europa mathematicas lectiones euocauit, omni profano negotio ab illa reiecto; cuius denique die 9ª aprilis capta est solito ritu possessio. Illico operi adhibita manu die 11ª Aprilis obtulimus primum memoriale de Eclipsi lunae, die 16ª eiusdem obseruanda; cuius deinde in Turri mathematica facta obseruatio ita successit, vt nulla a calculo differentia fuerit notata, licet tribus circiter minutis reuera serius contigerit; quae facile penumbra jam densa tubo conspecta absumpsit. Sequebatur Eclipsis Solis haud paullo periculosior, vtique fere totalis; erat enim futura digitorum sinicorum 9 (quales 10 in diametro solis Chinae numerant) et min. 48. De ea obtulimus memoriale die 24 aprilis. Imperator deinde percunctatus est, quae tenebrae sequerentur, an stellae forent conspicuae? Respondimus tantum subobscurum fore coelum, nec nisi aliquas stellas forte 1ªᵉ magnitudinis occasum versus conspiciendas. Periculosae plenum erat opus aleae, cum latitudo lunae duobus minutis minor, eclipsim effectura fuisset totalem, cum maximo nostro dedecore. Die dato et hora, nos cum mandarinis in Turri, Imperator in palatio se ad obseruationem accinxit, instrumentis ad id idoneis instructus. Vbi prope tempus adfuit, coelo serenissimo, suis sustentaculis imposita est machina: aderant qui ad magnam sphaeram armillarem singula minuta horaria obseruabant. Aderat et YAMQUAMSIENI olim persecutoris discipulus, scutella aquae plena instructus, inter media instrumenta hinc inde vagus. Mirabili autem Dei beneficio ac D. Josephi, cui pro bono successu ecclesiam promiseram, contigit vt eodem prorsus tempore siue minuto, hora 8,8' quod fuerat in memoriale pro initio Eclipsis signatum, imago solis in extremo limbo, intra machinam carpi coeperit a luna subingressa, neque etiam quantitas Eclipsis, in qua praecipue periculum erat, calculo quidquam dissentire deprehensa. Quare omnium congratulatio secuta, et datum memoriale Imperatori Eclipsim solis adaequate calculo congruisse. Quo viso ille YAMQUAMSIENI discipulus tristis cum sua scutella se e turri proripuit, et admonitus Imperator qualis ille esset, et quis eius magister fuisset, eum pro assessore propositum reiecit et alium nominari curauit.

Eodem aprili mense, cum designati essent duo legati qui ad fines Moscouitarum irent ad pacem componendam designati quoque sunt, scilicet aprilis 13, P. THOMAS PEREIRA et P. GERBILLON ad comitandum, eo quod Russorum legatus linguam latinam calleret[1]). Profecti sunt 30ª maii, magno prius ab Imperatore honore affecti. Cum progressi essent extra murum magnum leucas fere 250 versus Zephyro-Boream, exorto repente inter duos principes Tartariae magno bello, retrogredi jussi sunt; ac mensis augusti initio eo missus Pekino equitatus, tormenta, sclopetarii, exercitus multus, quem ipse Imperator secutus est 11ª eiusdem, ac modo in Tartaria versatur. Inuasore profligato, illico cum Russis pax videtur componenda.

Floret interea, toto imperio fruens plena pace res christiana, sub regimine duorum Vicariorum Ap(osto)licorum D. FRANCISCI et D. DOMINICI familia, qui Soc(ieta)tem nostram ita diligunt et fauent, vt eius membra esse videantur. Et quamuis operariorum paucitas valde retardat cursum rei christianae, nihilominus

1) Ils devaient servir d'interprètes entre l'ambassade russe et l'ambassade chinoise.



variis in locis nouae ecclesiae atque residentiae eriguntur. Julio praeterito vna insignis in prouincia Pekinensi erecta est, alia in prouincia Quansi. Hoc eodem anno alia erigenda in prouincia Haquam, vnde P. BLASIUS[1]) sinensis discessurus est in Yunnan, residentiam in metropoli erecturus, pridem meditatam, magnique animorum fructus futuram; cum ea prouincia omnium sit aptissima ad suscipiendam fidem. His plura remitto scribenda ad annum sequentem. Fini rogans R(euerentiam) V(estr)am vt si quos ignis diuini Spiritus incendit, ad operam Christo domino in his gentilium terris nauandam, lubenter hoc Deo sacrificium offerat; millenae enim animae deinceps eorum opera in coelum receptae, suam ex parte aeternam beatitudinem ei Prouinciae referentes, perpetuas ad Deum pro eius incolumitate et augmento effundent preces. Commendo me enixe R(euerentiae) V(estr)ae SS. sac(rificiis) omniumque Patrum ac Fratrum precibus.

R(euerentiae) V(estr)ae.

Seruus humillimus in Christo
ANTONIUS THOMAS.

1) Son nom chinois était LIEOU WEN TÉE CHOU KONG, mais dans la Compagnie on l'appelait BLAISE VERBIEST. Il était né en 1628; j'ignore la date de sa mort.

Per la storia della geometria descrittiva.

T. OLIVIER.

di Gino LORIA (Genova).

Sin da un primo studio della Geometria descrittiva s'incontra il problema di „costruire per punti l'intersezione di una superficie di rotazione con una superficie conica." Chi, per risolverlo, assume, come sembra naturale, quali superficie ausiliari i piani perpendicolari all'asse della prima delle date superficie s'imbatte nelle necessità di costruire per punti l'intersezione dell'altra con ciascuno di quei piani, onde si trova condotto ad una costruzione così complicata da doversi qualificare per praticamente ineseguibile. Ma i migliori trattatisti suggeriscono di eleggere invece come superficie ausiliari i coni che projettano dal vertice della data superficie conica i paralleli della data superficie di rivoluzione. Nasce allora un procedimento grafico che non presenta alcuna difficoltà pratica e che, per eleganza teoretica, è in grado di gareggiare con quello che G. MONGE ha suggerito per costruire l'intersezione di due superficie di rotazione ad assi concorrenti.

Orbene, anche quel procedimento venne concepito nell'istituto fondato da questo immortale geometra, essendo dovuto ad un'alunno della Scuola politecnica, dalla sorte chiamato a perfezionare e diffondere, con la parola e con gli scritti, le idee ed i metodi del creatore e legislatore della Geometria descrittiva. Esso infatti si legge, assieme ad altre osservazioni complementari, in un articolo [I] di quel TEODORO OLIVIER, il quale, nato a Lione il giorno stesso del supplizio di LUIGI XVI (21 Gennajo 1793), dopo di avere conseguito il grado di tenente d'artiglieria [1]), proseguì i propri studi nella Scuola d'applicazione di Metz e sin dal 1821 si era guadagnato un così buon nome da essere chiamato dal Generale BERNADOTTE, divenuto per volere di NAPOLEONE I Re di Svezia, a fondare nella Scuola militare di Marienburg la cattedra di Geometria descrittiva con applicazioni all'arte militare [2]). Ritornato in patria occupò varî

[1]) Al periodo in cui l'OLIVIER era studente alla Scuola politecnica risale anche un suo scritto intorno al problema d'Apollonio sopra la sfera [2].

[2]) Per risparmio di spazio diamo quì, in ordine cronologico, i titoli degli scritti dell'OLIVIER, i quali poi verranno richiamati col semplice numero d'ordine che portano nel seguente Elenco, rachiuso in parentesi quadra.



uffici didattici nella Scuola politecnica e nel Conservatorio delle arti e mestieri[1]). Giova ora ricordare che all'epoca della Restaurazione (1816) i programmi d'insegnamento di quella celebre Scuola avevavo subito, dietro suggerimenti di LAPLACE e CAUCHY, modificazioni così radicali che

---

[1]) Cfr. nota seguente.

1. Géométrie descriptive par M. OLIVIER élève. Corresp. Ecole polyt., T. II, 1809—13, p. 439.

2. Solution d'un problème de géométrie. Bull. Soc. philomathique, T. III, 1813, p. 312.

3. Mémoire sur les propriétés des courbes du second degré considérées dans l'espace. Corresp. mathém. et phys., T. III, p. 126—133.

4. Mémoire sur quelques propriétés polaires des polyèdres. Id. p. 187—197.

5. Mémoire sur les propriétés polaires de trois courbes planes situées sur une surface du second ordre. Id., T. IV, 1828, p. 9—18, 96—106, 228—233.

6. Mémoire sur les propriétés des hyperboles et des paraboles, considérées comme le lieu des pôles d'un cercle mobile et variable de rayon, assujetti à passer par un point fixe et dont le centre se meut en ligne droite. Id., T. V, 1829. p. 61—67.

7. Théorèmes sur la division des surfaces et des corps. Id. p. 324—329, 386—391.

8. Sur une propriété des foyers dans les sections coniques. Id. p. 391—397.

9. Extrait d'un mémoire sur les polaires (1827). Bull. de FÉRUSSAC, T. XV, 1831, p. 214—223.

10. Théorèmes rélatifs à la somme des aires de trois sections planes d' une surface. Id. p. 312—323.

11. Mémoire de géométrie descriptive sur la construction des tangentes en un point multiple d'une courbe plane ou à double courbure, dont l'équation n'est pas connue. Lu à la Société philomathique le 17 Mars 1832. Journ. Ecole polyt., XXI cah., 1832, p. 303—355.

12. Mémoire de géométrie descriptive. Construction des points d'inflexion de la transformée d'une courbe plane ou à double courbe tracée sur une surface développable. Lu à la Soc. philom. le 17 Nov. 1832. Id., XXII cah., p. 78—123.

13. Description d'un petit modèle de géométrie descriptive au moyen duquel l'on peut représenter des paraboloides hyperboliques de toute ouverture. Bull. Soc. philom., 1832, p. 184—185.

14. Sur les surfaces gauches en général. Id. p. 185—187.

15. Construction des tangentes au point multiple de la courbe intersection de deux surfaces en contact en un point. Id; 189—192.

16. Recherches géométriques sur les trois spirales hyperbolique, d'ARCHIMÈDE et logarithmique. Id. 1833, p. 21—25.

17. Observation touchant la voute d'arrête en tour ronde, horizontale et rampante. Id, p. 25 bis 26.

18. Sur l'hyperboloide osculateur. Id. p. 52—54.

19. Construction géométrique des lignes d'égale courbure d'une surface gauche. Id., p. 109—113.

20. Le lieu de l'intersection de deux plans perpendiculaires entre eux et passant respectivement par deux droites qui ne sont pas dans un même plan est une hyperboloide à une nappe. Id. p. 139—154.



molti, fra cui l'OLIVIER, ritenevano che, in conseguenza, fosse divenuta incapace di adempiere il compito per cui era stata creata e solo atta ad avviare, di quando in quando, qualche spirito superiore verso le più ele-

21. Mémoire de géométrie descriptive. Construction des centres de courbure des épicycloides planes et sphériques. Lu à la Soc. phil. le 1 Mars 1834. Journ. Ec. polyth., 23 Cah., 1834, p 85 – 152.

22. Mémoire de géométrie comuniqué à la Société philomatique dans sa séance du 28 Mars 1835. De la courbure et de la flexion d'une courbe à double courbure. Addition (15 Janvier 1836). Journ. Ecole polyt., XXIV Cah., 1835, p. 61—91, 252—263.

23. Mémoire de géométrie. Des indicatrices des divers ordres de contact entre deux surfaces, et des conditions géométriques auxquelles doivent satisfaire deux surfaces ayant un point de contact pour qu'elles aient un contact du n-ième ordre tout autour de ce point. Id., XXV Cah. 1837, p. 123—150.

24. Note de géométrie sur les paraboloides osculateurs (Juillet 1837). Ib. id., p. 237—243.

25. Mémoire de géométrie sur les projections stéréographiques. (Septembre 1837). Journ. Ec. polyt., XXVI Cah., 1838, p. 177—248.

26. Note de géométrie. Sur quelques propriétés de l'ellipsoide à trois axes inégaux. Journ. de math. pures et appl.; T. III, 1838, p. 145—160.

27. Sur une propriété du paraboloide osculateur par son sommet en un point d'une surface du second degré. Id. ib., p. 249 – 254, 335—336.

28. Problème de l'osculation des courbes du second ordre. Bull. Soc. philom., 1838, p. 65—68.

29. Sur diverses propriétés des surfaces gauches. Id. ib., p. 84—87.

30. Mémoire de géométrie descriptive. Théorie de l'osculation des sections coniques et construction du cercle osculateur en un point d'une section conique. (Comuniqué à la Soc. philom. le 5 Mars 1838). Journ. de math. pures et appliquées, T. IV, 1839, 189—213.

31. Recherches géométriques sur les engrenages de WHITE (Mémoire présenté à l'Institut le 5 Déc. 1825). Ib. Id., p. 281—303.

32. Construction géométrique d'un engrenage dans lequel les axes des deux roues dentées ne sont pas situés dans un même plan et comprennent entre eux un angle plus petit que l'angle droit, les vitesses étant dans un rapport constant et le frottement étant de roulement angulaire. (Mémoire présenté à l'Institut en Décembre 1825) Id. ib., p. 304—316.

33. Note sur les engrenages de WHITE. Comuniqué à la Soc. philom. dans sa séance du 21. Mai 1840. Id. T. V, 1840, p. 146—153.

34. Des propriétés osculatrices de deux surfaces en contact par un point. Id., T. VI, 1841, p. 297—308.

35. Théorie géométrique des engrenages. 4°. Paris, 1842.

36. Développements de géométrie descriptive. 4°. Paris, 1843.

37. Sur des machines à calculer. Bull. Soc. économique, T. XLII, 1843, p. 411—425.

38. Cours de géométrie descriptive. Deux vol. 4°. I éd. Paris 1844; II éd. 1852.

39. Compléments de géométrie descriptive. Paris 1845. 4°.

40. Sur un abaque ou compteur universel de M. L. LALANNE. Bull. Soc. économique T. XLV, 1846, p. 153—165.

41. Additions au Cours de géométrie descriptive: démonstration nouvelle des propriétés des sections coniques. 4°. Paris, 1847.

vate investigazioni di scienza pura. Non è il caso che noi discutiamo se od in qual misura tale allarme fosse giustificato, tanto più che le ragioni capaci di spiegarlo, furono ampiamente esposte per mezzo della stampa dallo stesso OLIVIER [1]); il quale, avendo avuto la fortuna d'imbattersi (1828) nel chimico G. B. DUMAS e nel fisico G. C. E. PÉCLET, due personalità di alto valore che condividevano il suo modo di vedere, fondò, col loro concorso, la Scuola centrale delle arti e dei mestieri, che oggi ancora vive prosperosamente [2]). Ivi egli insegnò la scienza da lui prediletta, fino alla sua morte, che lo colpì a Lione il 5 Agosto 1853, dopo che egli aveva affidata la propria fama ad una quarantina di memorie scientifiche sopra varî argomenti di Geometria e di Cinematica ed a mezza dozzina di ponderose opere pubblicate a parte.

TEODORO OLIVIER è assai noto nel mondo matematico per alcuni procedimenti di Geometria descrittiva da lui preferiti e consigliati, i quali conseguirono immensa rinomanza specialmente perchè, avendo destato in alcuni un entusiasmo esagerato, provocarono un moto reazionario del pari eccessivo. Per conoscerne la natura e determinarne la portata non v'ha nulla di meglio che ricorrere al Cours de géométrie déscriptive pubblicato dall'OLIVIER per la prima volta nel 1844 e di nuovo otto anni appresso, poco prima della sua morte [3]).

La prima parte di esso tratta, come è ben naturale, del punto, della retta e del piano. Nel I Capitolo va rilevata la considerazione, allora nuova, dei piani bisettori dei diedri formati dai piani di proiezione, della quale, come è noto, era riserbato a G. B. BRASSEUR [4]) di porre in luce tutta l'importanza.

Nel successivo capitolo l'OLIVIER osserva che, come in Geometria analitica un cambiamento degli assi coordinati ha talvolta per effetto una semplificazione nella rappresentazione algebrica di certe figure, così in Geo-

---

42. Demonstration nouvelle des propriétés des sections coniques. Bull. Soc. philom., 1847, p. 36.

43. Application de la géométrie descriptive aux ombres, à la perspective, à la gnomonique et aux engrenages. 4°. Paris, 1847.

44. Mémoires de géométrie descriptive theorique et appliquée. 4°. Paris 1851.

[1]) V. il frammento d'indole polemica intitolato „De l'école polytéchnique" con cui apresi il volume [44].

[2]) Chi desidera conoscere nelle sue linee generali il piano di tale Scuola ricorra all'ultimo § del frammento citato nella nota precedente.

[3]) E' appunto la II ed. che ci sta sott'occhio e di cui ragioniamo.

[4]) Mémoire sur une nouvelle méthode d'application de la géométrie descriptive à la recherche des propriétés de l'étendue (Mém. de l'Acad. de Belgique, T. XXIX, 1855).



metria descrittiva sostituendo ai primitivi piani di projezione altri opportunamente eletti, oppure cambiando la posizione delle figure obbiettive, si può ottenere una semplificazione nella rappresentazione grafica di certe figure o nella risoluzione di certi problemi. Egli nota eziandio che alcuni procedimenti in uso presso i pratici in questioni di Stereotomia o di Fortificazione si possono interpretare appunto come applicazioni speciali del suindicato concetto; ma avrebbe potuto aggiungere che nell'accennata proposta egli era stato prevenuto dal Veronese GIUSEPPE TRAMONTINI (1768—1852), il quale del cambiamento de'piani di projezione fece uso in parecchi punti dell'egregia sua opera che tratta Delle projezioni grafiche e delle loro principali applicazioni (Modena 1811) nella quale (siaci lecito rilevarlo per incidenza) egli espose dei procedimenti così genialmente pratici da essere oggi ancora meritevoli della più alta considerazione [1]).

A dimostrare la bontà delle sue proposte l'OLIVIER, nel suo Cours, applicò il cambiamento dei piani di projezione alla risoluzione di alcuni problemi semplici; ma, benchè le costruzioni da lui esposte non siano esenti da pregi, pure non sembranci sufficienti a porre la tesi da lui sostenuta al coperto da qualunque attacco. Ciò, secondo noi, deve ascriversi non a colpa dell'OLIVIER, ma dei problemi da lui trattati; che, data la loro semplicità, non v'ha di meglio che risolverli direttamente; per riprendere un paragone da lui fatto e da noi riferito, si presenta qui una circostanza analoga a quella che accaderebbe se si volesse dimostrare la convenienza della trasformazione delle coordinate sopra i più elementari problemi di Geometria analitica concernenti punti, rette o piani! E nemmeno nella parte più elevata del Cours si incontrano altri passi capaci di assidere sopra basi incrollabili l'assunto dell'OLIVIER, geometra che (giova rilevarlo senz'indugio) mostrasi in quest'opera, come sempre, non animato da intolleranza settaria, ma da spirito conciliante e larghe vedute.

Non è a credere però che a lui fosse vietato di scoprire questioni di Geometria descrittiva le quali potessero servire al suo scopo, come tali potendo egregiamente servire tutte quelle in cui fa mestieri distinguere gli uni dagli altri, in base a risultati dell'intuizione, punti ottenuti con uno stesso procedimento [2]). L'OLIVIER ha dato prova di conoscere problemi di

[1]) Cfr. le mie Vorlesungen über darstellende Geometrie, I Bd. (Leipzig 1907) p. 84. A diffondere le idee del TRAMONTINI si adoperò il geometra napolitano F. P. TUCCI (1792—1872); v. l'articolo Su la permutazione dei piani di projezione in descrittiva inserito nella Biblioteca analitica di scienze, lettere ed arti (Napoli, 1823) p. 129—137).

[2]) Per chiarire il nostro concetto citiamo come esempio la ricerca dell'intersezione di un poliedro con un piano, che si effettua con la massima semplicità ricorrendo ad un cambiamento di uno dei piani di projezione.



tal fatta trattando, appunto dal suindicato punto di vista, una bella questione che, probabilmente a cagione delle gravi difficoltà che presenta, viene di consueto esclusa dagli espositori della Geometria descrittiva; alludiamo alla costruzione per punti dell'intersezione di due superficie coniche o cilindriche, determinate ciascuna dal vertice e da una direttrice non piana [1]). Per risolver tale problema OLIVIER premette la costruzione dei punti comuni ad una curva gobba qualunque ed un piano e la affettua assumendo come nuovo piano verticale un piano perpendicolare alla traccia orizzontale del dato piano segante e ne deduce che per risolvere il problema di partenza non v'ha di meglio di sostituire ad uno dei primitivi piani di projezione un piano perpendicolare alla congiungente i vertici delle date superficie; segnatamente nel caso in cui queste siano cilindriche la costruzioni emergente raggiunge un insperato grado di semplicità.

Rimandiamo ad un altro scritto dall'OLIVIER [2]) il lettore desideroso di conoscere ulteriori questioni in cui giova ricorrere al cambiamento dei piani di projezione e notiamo piuttosto che ove tale artificio fosse stato da tutti considerato e presentato siccome uno dei procedimenti a cui si può ricorrere per risolvere le questioni di Geometria descrittiva, sarrebbe stato giudicato dal alcuni ottimo, da altri mediocre o perfino pessimo, ma non avrebbe suscitata la fiera tempesta che in conseguenza si scatenò sulla Francia. Se ciò accadde gli è perchè venne imposto nei Programmi di ammissione alla Scuola politecnica; e tale generale levata di studi non può stupire perchè in tutti i paesi del mondo il corpo insegnante accetta dai governi l'indicazione delle materie da svolgere, ma con ragione rivendica a sè stesso il diritto di scelta dei metodi d'insegnamento.

Chi desidera conoscere l'indole degli argomenti adotti a sostegno delle idee dell'OLIVIER ricorra a due articoli di A. CHÉVILLARD [3]) mentre chi ama ascoltare anche l'altra campana legga le vibrate repliche di O. TERQUEM [4]) e le assennate osservazioni di E. CATALAN [5]), il quale sosteneva che l'uso costante del cambiamento dei piani di projezione e dei movimenti delle figure conduceva a risultati in aperto contrasto con la

---

[1]) Veggasi il volume [44], p. 32—38.

[2]) Ivi, p. 39—49.

[3]) Note sur la conservation du sens des distances dans les changements de plan de projection (Nouv. Ann. de Mathématiques, T. XIII, 1854), p. 91—93); Note sur les ombres à lumière parallèle en projection oblique des polyèdres, sur leurs projections orthogonales et sur les changements de plans de projection et rotations comme méthodes d'enseignement (Id. T. XV, 1856, p. 197—202).

[4]) In calce alla sucitata Note sur les ombres etc. del CHÉVILLARD.

[5]) Traité élémentaire de géom. déscriptive (Paris, 1857) p. 121.



massima, che neppure i matematici sono autorizzati a trascurare,

„Le chemin le plus cours est toujours le meilleur".

Che tale appunto colpisse tutte le applicazioni concepibili degli artifici anzidetti non si può certamente asserire da chi del vero sia non tiepido amico; esso però valse a ricondurre entro giusti confini l'entusiasmo dei ciechi seguaci dell'OLIVIER ed a far collocare (come oggi si suole) il mutamento degli elementi di riferimento, fra i *metodi utili* della Geometria descrittiva, senza presentarlo come l' *unico mezzo* per riuscire vincitori di ogni sorta di ostacoli. Nè va taciuto come il movimento delle figure obbiettive — altro degli artificir ecanti il marchio della fabbrica OLIVIER — venga tuttora da molti reputato come ottimo ausiliare in tutti i metodi di rappresentazione ed anche di recente sia stato presentato come procedimento ultrapotente per risolvere graficamente i problemi metrici concernenti figure a tre dimensioni[1]).

All'attivo dell'OLIVIER va anche registrato l'avere egli nella I Parte del suo *Cours de géométrie descriptive* mostrato coll'esempio come in un' esauriente trattazione di tale disciplina dovessero prender posto, oltre il Metodo di MONGE, il Metodo dei piani quotati, le Projezioni oblique[2]) e l'Assonometria; che egli poi giungesse fino al punto di annoverare fra i metodi della Geometria descrittiva anche la Projezione stereografica non si può con certezza nè affermare nè tampoco negare, all'affermazione essendo favorevole il fatto che della projezione stereografica l'OLIVIER si occupò in una particolare memoria [25], alla negazione la circostanza che ivi il primitivo concetto di quel metodo trovasi talmente generalizzato da riuscire irriconoscibile e, quel che più monta, sterile.

Ci siamo arrestati un po' a lungo sopra la I Parte del *Cours* perchè essa porge notizia diretta delle più caratteristiche idee dell'OLIVIER. Altrettanto non faremo per la II, dal momento che in essa non si trovano soluzioni differenti da quelle generalmente in uso dei problemi relativi a curve e superficie e che perfino le figure speciali a cui sono applicati i metodi generali non differiscono generalmente da quelle a cui si suole dar oggi la preferenza; fatti questi che non a torto si possono interpretar come indizio del favore conseguito dalla più popolare delle opere dell'

1) R. SALFNER, *Über Drehungen in der darstellenden Geometrie* (Zeitschr. f. Math. u. Phys., XLVI Bd., 1901, p. 300—306); *Eine direkte Lösung der Aufgabe: Ein Dreikant aus den Winkeln zu konstruieren* (Id., p. 307—310); *Aufgaben in der darstellenden Geometrie, in denen Entfernungen oder Winkel gesucht oder gegeben sind, mit Hilfe von Drehungen der Objekte zu lösen* (Nürnberg, 1902).

2) V. anche [39], Cap. V.





OLIVIER e dalla notevole influenza da essa esercitata[1]), giacchè, non ha forse notato E. RÉNAN come l'aspirazione massima di ogni pensatore deve esser quella che le sue idee divengano patrimonio generale, perdendo ogni traccia di chi per primo le ha concepite? . . .

Nel trattare dal punto di vista della Geometria descrittiva i problemi relativi ai contatti il nostro matematico si è trovato di fronte al gravissimo problema metodologico di definire, senza ricorrere all'Analisi, le rette tangenti alle curve, i piani tangenti alle superficie, ecc., e in generale del come trattare l'infinitesimo in Geometria. A tale fondamentale questione egli ha dedicato l'ultimo dei capitoli di un'altra sua opera [36]; che non sia riuscito a congegnarne una soluzione in cui il desiderio si aqueta non deve stupire, dal momento che oggi ancora quel problema forma il tormento di coloro che aspirano a vedere accoppiata l'eleganza dei procedimenti prettamente sintetici al rigore a cui ha abituati l'Analisi moderna; che però egli possedesse una singolare perizia nel maneggio di considerazioni appartenenti alla Geometria infinitesimale sintetica è dimostrato dall'ottima argomentazione di tale specie da lui immaginata per stabilire il bel teorema di E. CATALAN: „l'elicoide-conoide è l'unica superficie rigata d'area minima", argomentazione venne perfino che fu citata con onore da M. CHASLES nel suo Rapport sur les progrès de la géométrie (Paris, 1870, p. 69).

Questi sforzi dell'OLIVIER per emancipare la Geometria dalla tutela dell' Analisi potrebbero venire da taluno interpretati come sintomi dell'esser egli stato un matematico esclusivista; siffatto giudizio, ove venisse pronunciato, si troverebbe agli antipodi della verità; giacchè egli, mentre sulla cattedra si mostrò sempre animato dalla legittima aspirazione di esporre una Geometria non meno autonoma di quella di EUCLIDE, quando si trovava di fronte a qualche nuova questione non rifuggiva dall'uso „de la méthode mixte, méthode qui consiste à employer, pour arriver à la solution définitive d'un problème proposé, tantôt l'analyse et tantôt les constructions graphiques" (v. la memoria [25], p. 179). In tal modo egli incidentalmente somministrò preziosi argomenti di fatto in favore

1) Che la stessa sorte non sia toccata indistintamente alle idee dell' OLIVIER potrebbesi dimostrare sopra molteplici esempi; ci contenteremo di segnalare l'ingegnoso procedimento per costruire i punti doppi delle projezioni dell'intersezione di due quadriche da lui esposto nel Cap. III dei Développements [36] e che non ritrovammo altrove. Miglior fortuna toccò al Cap. VI della medesima opera, ove l'OLIVIER segnala la costruzione della sfera passante per dati punti e tangente a rette e piani come ottima fonte di esercizi di Geometria descrittiva; chè da esso prese le mosse il BRASSEUR nel comporre il suo Mémoire sur divers lieux du second degré, détérminés par la géométrie déscriptive (Mém. de l'Acad. de Belgique, T. XXI, 1846).



della tesi, che noi riteniamo destinata a trionfare, che la Geometria descrittiva, se vuole spingersi avanti nella investigazione dell qualità delle linee non rette e delle superficie non piane, deve stabilire una cordiale intesa o meglio deve stringere un solido patto di alleanza con la Geometria analitica (intesa tale denominazione nel senso più ampio) tale attitudine del Nostro — che non deve stupire in chi crebbe in un'atmosfera pregna delle idee di MONGE — viene confermata dal fatto che il Capitolo sopra l'infinitesimo in geometria è preceduto, nei Développements de géométrie déscriptive, da altri ove Analisi e Geometria procedono di conserva ed in buona armonia per raggiungere svariati scopi, quali lo studio di differenti superficie elicoidi o delle più note spirali (cfr. anche [16]), una classificazione delle quartiche di seconda specie e delle loro projezioni, le proprietà caratteristiche di una nuova specie di epicicloidi e la costruzione d'una sfera soddisfacente a quattro condizioni, ecc. [1]).

Chi aspiri a formarsi un'idea esatta dei lineamenti scientifici dell'OLIVIER deve avere presente che egli riteneva per appartenenti alla Geometria descrittiva buon numero di temi che oggi si riguardano come parti della Geometria di posizione. Fra essi meritano una particolare menzione la teoria delle coniche e la teoria delle quadriche, perchè ad esse L'OLIVIER, non solo consacrò un considerevole spazio nel suo tante volte citato Cours, ma l'una fece soggetto di una pubblicazione ad hoc [41], mentre all' altra appartiene quell'esteso capitolo dei Compléments de géométrie descriptive [39], nel quale trovasi riprodotto la memoria presentata nell' Ottobre 1827 dall'OLIVIER all'Accademia del Belgio, in risposta al quesito di „costruire un decimo punto di una quadrica determinata da nove punti [2]). Nè questo è tutto; ma l'autocratica tirannia dello spazio non ci consente più di un semplice accenno ai numerosi scritti che l'OLIVIER ha consacrato alle linee ed alle superficie del second'ordine [3]) ed alle applicazioni che le prime ricevono a questioni astronomiche [4]).

---

1) Riguardo ad una specie di evolventi definite e studiate nel I Capitolo dei Développements, v. la mia opera Spezielle alg. und transscendente ebene Kurven (Leipzig, 1902) p. 636 segg.

2) Cfr. anche [7]. Contrariamente a quanto opina E. KÖTTER (Bericht über die Entwicklung der synthetischen Geometrie, Jahresber. der Deutschen Math. — Ver., Bd. V, p. 386) non risulta che la memoria dell'OLIVIER sia stata premiata.

3) Coniche: [44] p. 25—31; [3]; [5]; [6]; [8]; [30]; [41]; [42].
Quadriche: [9]; [13]; [20]; [26]; [39]; [44] p. 50—65.

4) [36] p. 203—218; [44] p. 2—24. Leggendo queste pagine nasce spontanea la domanda; fra le coniche dello spazio aventi un dato fuoco, quante ve ne sono che incontrano r rette date e toccano p piani dati, supposto $r + p = 5$? Questo problema di geometria numerativa non crediamo sia ancora stato studiato.



Una più stretta attinenza col programma che ha oggi la Geometria descrittiva si nota nell'altro volume che il Nostro ha pubblicato col titolo di Applications de la Géométrie descriptive aux Ombres, à la Perspective, à la Gnomonique et aux Engrenages [43], il cui titolo indica con sufficiente chiarezza le materie svolte nei quattro libri di cui consta ed il cui interesse per lo storico è più cospicuo di quello che a prima giunta si direbbe perchè trovansi in esso inseriti degli scritti di MONGE, PONCELET ed altri, che altrimenti sarebbero rimasti probabilmente inediti. La parte di tale volume che più ci preme è la prima, perchè, come è facile intendere, per OLIVIER tutte le questioni relative alle ombre sono semplici questioni di Geometria descrittiva. Fra i problemi trattati segnaliamo quello avente per iscopo la costruzione per punti della linea d'ombra propria sopra di un'elicoide rigato (la fonte di luce essendo al finito od all'infinito) fondata sopra il seguente teorema, appunto scoperto dall'-OLIVIER: „Le rette che toccano le eliche situate sopra un'elicoide rigato nei punti di una sua generatrice rettilinea costituiscono un paraboloide iperbolico"; nel caso in cui i raggi luminosi siano fra loro paralleli la projezione orizzontale della linea in questione si può tracciare meccanicamente con una procedura oltremodo elegante che torna onore all'OLIVIER. Senza arrestarci sopra altri problemi congeneri ma più semplici, noteremo (a ciò indotti dal fatto che il surriferito probleme concerna un'elicoide) che all' elica ordinaria ed alle superficie collegate ad essa il Nostro autore ha dedicato un grande numero d'investigazioni geniali e fruttifere; così è a lui che si deve l'osservazione, oggi da nessuno ignorata, che è una spirale iperbolica la projezione d'un'elica fatta da un punto del suo asse sopra un piano normale allo stesso; a lui la considerazione e lo studio di parecchie curve analoghe all'elica [1]); a lui, infine, la dimostrazione di notevoli proprietà e la risoluzione di eleganti problemi relativi alla superficie ben nota in architettura sotto il nome di „colonne torse" [2])

Ritorniamo alle Applications per notare che nel II Libro come soluzione del problema della prospettiva leggesi la costruzione della projezione centrale di una figura già rappresentata col metodo di MONGE, nell'ipotesi che il quadro sia parallelo al piano verticale di projezione. Nulla diremo del III Libro, perchè la Gnomonica si può ritenere oggi un ramo di Matematica applicato disseccato per sempre; solo noteremo esser strano che l'OLIVIER sembri ignorare le anteriori congeneri ricerche del suo maestro HACHETTE [3]) e del suo condiscepolo FRANÇAIS [4])!

1) [36] Cap. II; cfr. anche [16]. Da notarsi che OLIVIER fa anche cenno di altre curve piane che nascono projettando un elica cilindrica.

2) [44], p. 84 e segg. 261 e segg. 3) Corresp. sur l'Ecole polyt., T. II, p. 54—63.

4) Mémoire sur la gnomonique (Journ. Ecole polyt., XI Cah., 1811, p. 261-271).



L'ultimo Libro delle *Applications* si riferisce ad un soggetto di Cinematica pura che L'OLIVIER cominciò a studiare sin dà quando era studente (1817) e da cui solo la morte ebbe il potere di staccarlo: parliamo della teoria degli ingranaggi. Appunto durante il suo soggiorno alla Scuola militare di Metz egli riuscì [1]) a congegnare la prima dimostrazione matematica di un fatto rivelato dall'esperienza nel 1810, cioè che il celebre „ingranaggio White", a differenza dei soliti apparati della stessa specie, non presenta alcun attrito di scorrimento, ma soltanto un attrito di rotoamento. Più tardi egli concepì altri apparecchi della medesima natura [32], espose una teoria geometrica degl'ingranaggi [35] e condusse a termine molte indagini su di essi [2]), degne della massima considerazione da parte dei cultori della Cinematica pura.

Meno felice fu l'OLIVIER nelle sue ricerche di Geometria infinitesimale; perfino quelle che conseguirono l'onore di una citazione da parte di CHASLES [3]) non sono per importanza paragonabili a quelle relative alla Geometria descrittiva ed alla Cinematica! Tuttavia lo storico imparziale e fedele ha l'obbligo di registrare una considerazione che L'OLIVIER introdusse per primo [4]) nella scienza e che è destinata a rimanervi per sempre; quella, cioè, dell'elica osculatrice in un punto ad una curva gobba ([v. 22]), la cui importanza fu incontrastabilmente stabilita quando se ne vide il legame col moto infinitesimo del triedro satellite in un punto di una linea a doppia curvatura [5]).

Al mediocre successo raggiunto dall'OLIVIER spiegando quest'ultima faccia della sua ammirabile attività contribuì indubbiamente il fatto che egli diluì tali suoi studi in un grande numero di memorie [6]) scritte in uno stile scialbo e prolisso, le quali fanno all'odierno lettore l'impressione di un mare senza confini in cui l'OLIVIER nuota pietosamente senza speranza di approdo; sicchè, dopo poche pagine, gli accade di gettare indispetito degli scritti ove non trova che calcoli inconcludenti, generalizzazioni prive d'interesse ed *apparenti* soluzioni stereometriche di problemi di geometria piana [7]).

---

1) V. [31]; cfr. [33], richiamo di priorità contro il DELAUNAY.

2) V. [36] Cap. V, [43] Livre IV e [44] p. 275—306.

3) *Rapport sur les progrès de la géométrie* (Paris, 1870) p. 69.

4) La stessa considerazione si trova più tardi nella Diss. di C. W. MOESTA, *Über ein neues Krümmungsmaß für die Kurven im Raume* (Marburg 1849).

5) Cfr. G. SCHEFFERS, *Einführung in die Theorie der Kurven in die Ebene und im Raume* (Leipzig, 1901) p. 191 e segg.

6) V. [23], [24], [27], [34] [39].

7) Diciamo *apparenti* perchè sono effettivamente ineseguibili, onde il loro



Ma chi non si lascia impressionare da errori, che oggi uno studente saprebbe correggere[1]), chi riesce vincere la ripugnanza che offre sempre il commercio con una „vanità che par persona“ e non si disgusta da un autore che nei titoli dei suoi lavori promette spesso più di quanto sia in grado di mantener[2]), ed armato di un potente torchio spreme il succo sparso nelle centinaja di pagine scritte dall'OLIVIER, non tarderà a constatare come il suo passaggio per questa valle di lacrime sia stato ben lungi dall'infecondità; postosi sin da giovane sul seducente cammino aperto da MONGE e spianata da LACROIX ed HACHETTE, egli seppe continuare le splendide tradizioni della Geometria descrittiva in Francia ed aggiungere nuovi e solidi anelli alla preziosa catena che doveva trovare in J. DE LA GOURNERIE e A. MANNHEIM artefici capaci di continuarla degnissimamente.

---

pregio, in ultima analisi, si riduce a stabilire l'identità sostanziale fra questioni di enunciati assai differenti.

1) La più stupefacente delle inesattezze commesse dall'OLIVIER è quella che s'incontra nel Cap XI. del Cours, ove sono considerate come nuove e notevoli le curve rappresentate in coordinate polari dalle equanzion $\varrho = c \operatorname{sen} \omega$, $\varrho = a \cos \omega$, $\varrho = a \operatorname{tg} \omega$, $\varrho = a \cot \omega$, $\varrho = a \sec \omega$, $\varrho = \operatorname{cosec} \omega$, tali curve, che il nostro autore chiama pomposamente „spirali trigonometriche“, non sono che rette, circonferenzee curve di quart' ordine ben note. Giova anche osservare che alcuni errori da lui commessi nell' applicare il „principio di continuità“ [4], del quale egli fu aperto avversario, vennero seccamente segnalati da PONCELET (Traité des propriétés projectives des figures, T. II, II éd., Paris, 1866, p. 418).

2) Ad es. nelle memoria [12], del resto pregevolissima, in re ltà non si discorre che dello sviluppo di coni e cilindri.



Das Handwerk in der Geschichte der Physik

Von E. GERLAND (Clausthal).

Wenn in den folgenden Betrachtungen die Bedeutung, die der Handwerker für die Entwicklung physikalischer Lehren und Kenntnisse sich gewonnen hat, in wenigen Strichen gezeichnet werden soll, so kann es sich dabei selbstverständlich nicht um die Hilfe handeln, welcher der Schreiner oder der Schlosser oder ein anderer Handwerker durch Herstellung von Apparaten oder Apparatenteilen oder auch bei der Anstellung von Versuchen leistete. Wenn VINCENTIO GALILEI die einzelnen Teile der von seinem erblindeten Vater ausgedachten Pendeluhr durch den Schlosser BALLESTRI herstellen ließ, um die Geheimhaltung der Erfindung zu ermöglichen [1]), wenn LEIBNIZ mit der Herstellung des Modelles eines Wagens, der auf jedem noch so weichen Boden ohne einzusinken fahren sollte, einen Handwerker in Scharzfeld, dessen Namen uns nicht aufbewahrt ist, betraute [2]), wenn PAPIN zu den Pumpversuchen mit seiner neuen Dampfmaschine Rohre benutzte, welche die Kupferschmiede des LANDGRAFEN KARL von Hessen gehämmert und verlötet hatten [3]), so hat man den solche Arbeiten schaffenden Werkleuten einen Fortschritt in der Geschichte der Physik nicht zu verdanken. Dazu bewegte sich die von ihnen geforderte Kunstfertigkeit zu sehr in den hergebrachten Bahnen und wenn auf diesen durch Ihresgleichen auch hier und da Neuerungen eingeführt wurden, so kamen solche wohl dem Handwerker, der Wissenschaft aber kaum zugute.

Indem aber der Forscher im Laufe der Zeiten je länger, je mehr den Handwerker anleitete, seine Ideen auszuführen, begann sich dessen Gedankenkreis zu erweitern. Ein talentvoller Arbeiter ging dann wohl selbständig auf die Absichten des seine Hilfe in Anspruch nehmenden Physikers ein und so ist es ja bekannt, daß als der Leipziger Physikprofessor WINKLER daran dachte, die bei der Elektrisiermaschine als Reibzeug dienende

1) GERLAND. Bericht über den historischen Teil der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London im Jahre 1876 in HOFFMANN's Bericht etc. Braunschweig 1878. Teil I. S. 21.

2) GERLAND. LEIBNIZEN's nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts. Leipzig, 1906. S. 233.

3) GERLAND. LEIBNIZEN's und HUYGENS' Briefwechsel mit PAPIN nebst der Biographie Papins. Berlin 1881. S. 367.



Hand durch ein Lederkissen zu ersetzen, ihm sein Gehilfe, der Drechsler GIESSING bereits mit einem solchen überraschte, welches er aus eignem Antrieb hergestellt hatte [1]). Auf solche Art bildeten sich wohl einsichtige Arbeiter zu selbständigen Gehilfen der experimentierenden Forscher aus und man könnte daran denken, daß diese dann die ersten Werkstätten zur Herstellung physikalischer Apparate gründeten.

Die Geschichte berichtet indessen von einem andern Verlauf dieser Gründungen. Lange bevor die Physik für ihre Versuche Apparate brauchte, hatte die Astronomie das Bedürfnis nach solchen gehabt. Sie herzustellen hatte sie Arbeiter gebraucht, welche in der feineren Behandlung der Metalle wohl bewandert waren. Solche hatte sie schon frühe in den Goldarbeitern, die sich auch mit der Anfertigung von Wagen beschäftigten, und namentlich in den Uhrmachern gefunden. Schon BERTHOUD hat darauf hingewiesen [2]), daß die große Einfachheit der Uhren mit Horizontalpendel, wie sie bereits im 14. Jahrhundert gebräuchlich waren, eine wohl nach Jahrhunderten zählende Zeit der Entwicklung voraussetzt. Ist es doch eine Erfahrung, welche heute ihre Bestätigung findet, daß in je einfacherer Form ein Apparat oder eine Maschine uns entgegentritt, eine um so längere Zeit für seine oder ihre Entwicklung nötig gewesen sein muß. Andererseits ist es aber auch ohne weiteres verständlich, daß von den unvollkommeneren Apparaten so gut wie nichts übrig blieb, sie wurden als wertlos zum „alten Eisen" geworfen und so haben wir die Verluste nicht weniger Instrumente zu beklagen, deren Kenntnis für das Verständnis der Entwicklung der physikalischen Technik von hohem Wert gewesen wäre. Diese Erfahrung hat aber nicht nur für die Wissenschaft ihre Gültigkeit, sonst wäre ja die Tätigkeit der Antiquitätensammler unserer Tage gänzlich sinnlos. So sind große Lücken in der Geschichte der technischen Hilfsmittel der Wissenschaft entstanden, die jedoch dadurch weniger empfindlich werden, daß einzelne Apparate, welche für fürstliche Besteller aus kostbarem Metall unter Entwicklung höchster Kunst hergestellt wurden, in den von diesen hinterlassenen Sammlungen uns aufbewahrt blieben. Namentlich sind auf solche Weise Uhren jeder Art, aber auch Apparate zum Zeichnen und Messen, wie sie die Zirkelschmiede verfertigten, uns erhalten worden. Indem diese der Antiquitätensammler aufspürt, kommt er dem Historiker der Physik entgegen. Wenn er diesem auch nicht in den Stand setzt, vorhandene Lücken auszufüllen, so hilft er ihm doch,

1) WINKLER. Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektrizität nebst Beschreibung zweier elektrischer Maschinen. Leipzig 1744 Seite 12.

2) LITTROW. GEHLERS physikalisches Wörterbuch. 2. Aufl. Bd. IX. 2. Abt. Leipzig 1839. S. 1111.



deren Vorhandensein zu verstehen. Den Versuch, auf solche Weise das ziemlich unvermittelte Auftreten der Sonnenkompasse, Sonnenuhren, welche mit Hilfe einer Magnetnadel in den Meridian gestellt werden, zu erklären, verdanken wir HELLMANN[1]). Den ältesten Sonnenkompaß, den wir, soweit bis jetzt bekannt ist, besitzen, fand der genannte Forscher in Innsbruck vor. Er stammt aus dem Jahre 1451 und ist wahrscheinlich für den Kaiser FRIEDRICH III. angefertigt worden. Zeigt er die jetzt noch gebräuchliche Hütchenaufhängung der Nadel, so läßt er auch erkennen, daß damals bereits die Deklination der Magnetnadel bekannt gewesen sein muß[2]). Die sichere Verwendung beider Errungenschaften läßt auf eine längere Entwicklungsperiode schließen, obwohl uns auf eine solche hinweisende Dokumente aus dem Zeitraume von 1280 bis 1540 nicht zur Verfügung stehen. Doch spricht für die Ausnutzung dieser zweihundert Jahre durch das Handwerk die Tatsache, daß in Nürnberg bereits im 15. Jahrhundert eine Zunft der Kompaßmacher bestand, die wohl die Hütchenaufhängung mit Stahlspitze zuerst anwendeten[3]), wenn dies nicht, worauf neuerdings E. WIEDEMANN[4]) hingewiesen hat, eine arabische Erfindung ist, während sie die Kenntnis der an der Rheinmündung damals vorhandenen Deklination der Magnetnadel von flandrischen Seeleuten erhielten[4]). Diese dürften sie wohl zuerst beobachtet haben[5]). Wie viel nun auch die Nürnberger Handwerker von außen erhalten haben mögen, wieviel man als ihre eigene Erfindung ihnen anrechnen darf, sicher ist, daß sie das, was ihnen vorlag, in überaus zweckmäßiger Weise umgestalteten, daß ihren Arbeiten die Wissenschaft dadurch einen wichtigen Fortschritt verdankt. Die Namen der meisten von ihnen sind verschollen, aber ihrer Hände und ihres Geistes Werke zeugen für sie. Es kann auch kaum anders sein; waren es doch nicht große Erfindungen, die sie machten, Erfindungen, die einen beträchtlichen Schritt weiter führten, es waren kleine und kleinste Verbesserungen, deren Einführung dem Arbeiter nahe lag, so kleine, daß erst die Summe einer Anzahl von solchen sich der Beachtung wert zeigte.

---

1) G. HELLMANN. Die Anfänge der magnetischen Beobachtung Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. Berlin 1897. Bd. 32. S. 121.

2) G. HELLMANN. Über die Kenntnis der magnetischen Deklination vor Chr. Columbus. Meteorologische Zeitschrift 1906. Bd. 23. S. 146. vergl. auch WOLKENHAUER, Beiträge zur Geschichte der Kartographie und Nautik des 15. bis 17. Jahrhunderts. Mitteilungen der geographischen Gesellschaft zu München 1904. Seite 187 ff.

3) Vgl. GERLAND. Der Kompaß bei den Arbeitern und im christlichen Mittelalter. Diese Mitteilungen 1906. Bd. VI. S. 17.

4) Nach brieflicher Mitteilung.

5) G. HELLMANN a. a. O. S. 140.



Doch sind nicht alle diese Handwerker und Künstler unbekannt geblieben. Abgesehen davon, daß NEUDÖRFFER[1]) eine Reihe von ihnen der Vergessenheit entzog, so weist auch die Geschichte auf einige von ihnen hin, die auf dem Gebiete der Astronomie und verwandten Gebieten über die gewöhnlichen hinausgehende Leistungen zustande brachten. Da ist zuerst REGIOMONTAN zu nennen, der 1471 mit Unterstüzung des Nürnberger Patriziers WALTHER eine Werkstatt für den Aufbau astronomischer Instrumente ins Leben rief, nächstdem der Vikar von St. Sebaldus GEORG HARTMANN, der erste Beobachter der magnetischen Inklination, von dem wir Apparate besitzen, die zu den ältesten noch vorhandenen gehören[2]), ferner JOHANNES PRÄTORIUS, der von 1562—1569 astronomische und geodätische Instrumente in Nürnberg verfertigte und später als Professor erst in Wittenberg, dann in Altdorf lehrte[3]). Aber auch außerhalb Nürnbergs finden wir Künstler in der nämlichen Weise tätig, die aus dem Uhrmacherstand hervorgegangen waren, so JOST BÜRGI, der für den Landgrafen WILHELM IV. von Hessen-Kassel astronomische Apparate baute, auch ein Triangulierinstrument erfand und ein tüchtiger Mathematiker war[4]). Daß TYCHO BRAHE die von ihm gebrauchten Apparate, von denen übrigens nichts mehr erhalten zu sein scheint, unter seiner Aufsicht anfertigen ließ, ist bekannt. Nicht übergangen werden darf auch der in England lebende Verfertiger nautischer Apparate, ROBERT NORMAN, der, früher Seemann, sich auf diesen Erwerbszweig legte und die erste genaue Bestimmung der Inklination machte[5]). Die in Museen aufbewahrten Apparate solcher und ähnlicher Art lassen uns die Bekanntschaft einer Reihe tüchtiger Arbeiter Nürnbergs, Augsburgs und auch Italiens etc. etc. machen, die Physik aber hatte von den der Astronomie und Meßkunde gewidmeten, oft wunderschön ausgestatteten Apparaten im ganzen nur geringen Vorteil[6]).

Mehr Brauchbares für ihre Zwecke leisteten die Glasbläser und Brillenschleifer, wie wir solche seit der Wende des 16. Jahrhunderts in nicht geringer Zahl und von großer Geschicklichkeit nicht nur in Nürnberg finden[7]),

---

1) JOH. NEUDÖRFFER. Nachrichten von den Nürnberger Künstlern, nebst der Fortsetzung von ANDREAS GULDEN. Herausgegeben von FR. CAMPE. Nürnberg 1828.

2) GERLAND. Beitr. zur Geschichte d. Physik. Leopoldina 1882. Heft 18 Seite 67.

3) FR. KLEE. Die Geschichte der Physik an der Universität Altdorf bis zum Jahre 1650. Erlangen 1908. S. 83 ff. GERLAND. a. a. O. S. 68.

4) GERLAND. Jost Byrgi. Zentralzeitung für Optik und Mechanik 1886 VII. Jahrgang. S. 121 ff.

5) G. HELLMANN. Rara Magnetica. Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus Nr. 10. Berlin 1898. S. 18.

6) GERLAND. Beiträge etc. S. 67.

7) GERLAND und TRAUMULLER. Geschichte der physikalischen Experimentierkunst Leipzig 1899. S. 97.

sondern auch in Italien, wo sie die zum Teil noch erhaltenen schönen Thermometer für den Großherzog FERDINAND II. von Toskana herstellten und in Holland, wo SPINOZA zu ihnen zählte. Hier kam aus ihren Werkstätten das erste Fernrohr zutage und man hat zweien von ihnen JANSSEN und LIPPERSHEY lange die wichtige Erfindung zuschreiben zu müssen geglaubt, bis es in neuester Zeit wahrscheinlich geworden ist, daß sie den Italienern gehört [1]), daß sie wie die Räderuhren und Sonnenkompasse von Handwerkern gemacht und vervollkommnet wurde, ohne daß diese, die in der Führung der Feder nicht gewandt waren, ihr Erfinderrecht jemals geltend gemacht haben. An der weiteren Fortbildung des Fernrohres aber haben die Handwerker, mit Ausnahme vielleicht GIUSEPPE CAMPANIS in Rom, nicht Teil genommen, die Brüder HUYGENS mußten sich die Linsen ihrer Refraktoren, wie NEWTON die Spiegel seiner Reflektoren selbst schleifen, und der letztere bedauert gelegentlich der Beschreibung der Methode für die dazu nötigen Arbeiten, daß es an geschickten Künstlern fehle, welche einen für einen größeren Reflektor brauchbaren Hohlspiegel aus Glas herstellen könnten [2]).

Wenn nun aber in der Bearbeitung von Glas der Handwerker den Forscher damals noch im Stiche ließ — FAHRENHEIT wird man kaum jenen zurechnen dürfen — so konnte er ihn doch in der Bearbeitung der Metalle bereits tatkräftig unterstützen. OTTO'S VON GUERIKE erste Versuche mit der Luftpumpe wurden mit dem Stiefel einer Feuerspritze angestellt, wie sie damals von den Handwerkern geliefert wurden [3]). Fällt doch zeitlich mit der Erfindung der Luftpumpe die Verbesserung der Feuerspritze durch Anbringung des Windkessels, die man dem Nürnberger Zirkelschmidt HANS HAUTSCH verdankt [4]), zusammen. Die zweite Pumpe, mit der GUERIKE seine Versuche dem großen Kurfürsten vorführte, scheint ebenso mit Hilfe der Handwerker seiner Zeit, wohl unter seiner Aufsicht und nach seiner Angabe gebaut zu sein. Mit BOYLE'S Luftpumpe wird es sich ähnlich verhalten haben [5]), und als HUYGENS 1661 seine Versuche mit dem nämlichen Apparate machte, kam er erst zu brauchbaren Ergebnissen, nachdem der ihm von einem Mechaniker in Haag gelieferte Stiefel

---

1) DE WAARD. Die Uitvinding der Verrekykers. Rotterdam 1906. vergl. GERLAND. Über die Stetigkeit der Entwickelung der physikalischen Kenntnisse Physikalische Zeitschrift 1906. 9. Jahrg. S. 614.

2) NEWTON. Opticks 2. Edit. London 1718. S. 97.

3) GUERIKE. Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio Amstelodami 1672. S. 73.

4) GERLAND. Die Erfindung der Feuerspritze mit Windkessel. GLASER'S Annalen für Gewerbe und Bauwesen 12.

5) BOYLE. Nova Experimenta physico-mechanica de Vi Aeris elastica. Roterodami 1669. S. 7.



durch einen sorgfältig ausgedrehten aus massivem Kupfer ersetzt worden war [1]). Nun aber scheint ein Wendepunkt eingetreten zu sein. In der physikalischen Sammlung der Leidener Universität befindet sich eine ausgezeichnet schön gearbeitete Luftpumpe, die SAMUEL MUSSCHENBROEK 1675 baute [2]), und an der er zuetst den mit zwei Durchbohrungen versehenen Hahn anbrachte. Mit einer Durchbohrung und einer Rille ausgerüstet hatte ihn zuerst PAPIN 1674 benutzt. Jene Luftpumpe aber ist der erste Apparat, dessen Herstellung eine mechanische Werkstatt im modernen Sinne voraussetzt. Sie ging später an SAMUEL'S Neffen JAN über, dessen Vater sie mit seinem Bruder SAMUEL gemeinschaftlich betrieben hatte und wie leistungsfähig sie bald wurde, zeigen die ausgezeichnet schön gearbeiteten Apparate 's GRAVESANDE'S [3]), von deren trefflicher Ausführung man sich an der großen noch in Leiden vorhandenen Zahl von ihnen, aber auch an den im Königlichen Museum zu Kassel befindlichen überzeugen kann. Den großen Fortschritt, den die Technik in der Herstellung der physikalischen Apparate den MUSSCHENBROEK'S verdankt, kann man am besten würdigen, wenn man die Abbildung der verschnörkelten Luftpumpe in SENGUERD'S Philosophia naturalis [4]) mit den nicht seltenen Luftpumpen, die JAN VAN MUSSCHENBROEK nach ihrem Plane baute, vergleicht. Das deutsche Museum in München besitzt zwei solcher Apparate, die auch noch jetzt brauchbar sein würden. Und auch darin zeigte diese erste größere mechanische Werkstatt einen modernen Zug, daß sie ein Preisverzeichnis der in ihr gefertigten Instrumente herausgab, dem der Leidener Professor PIETER VAN MUSSCHENBROEK, der Bruder JAN'S seinen Beginsels der Naturkunde [5]) anfügte.

Dem Beispiel der Holländer folgte man in England und Frankreich und mit gutem Erfolge auch in Deutschland. Hier gründete LEUPOLD in Leipzig eine mechanische Werkstatt. 1707 beschrieb er die von ihm hergestellte Luftpumpe [6]) und 1723—1727 eine große Menge der verschiedenartigsten Apparate auch andern Ursprungs in den neun Bänden seines Theatrum machinarum generale. Bald wurden namentlich an den Universitäten Mechaniker angestellt, die dann Werkstätten gründeten, so in

1) HUYGENS. Oeuvres complètes. T. III. La Haye 1890. S. 389. vergl. GERLAND und TRAUMÜLLER. Geschichte der physikalischen Experimentierkunst. Leipzig 1899. S. 193.

2) GERLAND und TRAUMÜLLER a. a. O. S. 200.

3) 'sGRAVESANDE. Physices Elementa. Leidae 1720.

4) Lugduni Batavorum 1681.

5) 2. Deel. 2. Druck. Leyden 1739.

6) LEUPOLD. Antlia pneumatica illustrata 1907. Theatrum machinarum. Leipzig 1723—1727.

Göttingen[1]) 1739, doch ist dieser wichtige Teil der Geschichte der mechanischen Kunst noch wenig bearbeitet. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurden dann die mechanischen Werkstätten in's Leben gerufen, von denen einige noch in rühmlicher Weise fortbestehen. Hierüber verdanken wir LÖWENHERZ wertvolle Mitteilungen[2]).

So hat sich der Handwerker in doppelter Weise um die Ausbildung der Physik verdient gemacht, einmal indem er Verbesserungen auf Verbesserungen häufend Apparate schuf, die für die spätere Forschung unentbehrlich wurden und dann in dem er zum Künstler wurde und seine immer besser ausgestatteten Werkstätten die Herstellung der Hilfsmittel übernahmen, denen die Naturwissenschaft nicht in letzter Linie ihre gegenwärtige Höhe verdankt. Namentlich erscheint der Bedarf an brauchbaren Luftpumpen die Ursache zur Gründung größerer Werkstätten geworden zu sein.

---

1) BEHRENDDSEN Zur Geschichte der Entwicklung der mechanischen Kunst. Deutsche Mechaniker-Zeitung 1907. S. 93.

2) LÖWENHERZ. Zur Geschichte der Entwicklung der mechanischen Kunst. Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1886. Bd. 6. S. 6.

Die „Bibliothèque Germanique", das „Journal littéraire d'Allemagne" und die „Nouvelle Bibliothèque Germanique" als Quellen für die Geschichte der Mathematik im XVIII. Jahrhundert.

Von FELIX MÜLLER (Loschwitz).

Für den Historiographen der mathematischen Wissenschaften ist nicht nur die Kenntnis der mathematischen Einzelwerke erforderlich, sondern auch eine Berücksichtigung der mathematischen Journal-Literatur. Auf die Bedeutung der Zeitschriften mathematischen Inhalts für die historische Forschung habe ich in früheren Aufsätzen wiederholt hingewiesen [1]). Seit dem Beginn der mathematischen Journal-Literatur im Jahre 1665, in dem das erste Heft des „Journal des Sçavans" und der erste Band der „Philosophical Transactions" der R. Society of London erschienen, entstanden mehr als 1400 Zeitschriften, in denen matematische Artikel zu finden sind. Für die Geschichte der Mathematik im XVIII. Jahrhundert kommen mehr als 300 Zeitschriften in Betracht. Die Zahl der Publikationen von Akademieen und gelehrten Gesellschaften beträgt hier ca. 130; die Zahl der allgemeinwissenschaftlichen Zeitschriften, in denen gelegentlich mathematische Abhandlungen oder Referate über mathematische Werke oder andere für die Geschichte der Mathematik wichtige Notizen gebracht werden, ist ungefähr 100. Herr GINO LORIA hat in der M. CANTOR-Gedenkschrift vom Jahre 1899 eine interessante Abhandlung über einige italienische Journale als Quellen für die Geschichte der Mathematik im XVIII. Jahrhundert verfaßt [2]). In analoger Weise soll im Folgenden auf die „Bibliothèque Germanique" und ihre beiden Nachfolger, das „Journal littéraire d' Allemagne" und die „Nouvelle Bibliothèque Germanique", aus den Jahren 1720 bis 1760,

---

1) FELIX MÜLLER, Über die Bedeutung der Zeitschriften für die mathematische Literatur und die mathematisch-historische Forschung (Auszug). Stzgsb. Berl. Math. Ges. **1**, 17—19, 1892. — Über mathematische Zeitschriften. Comunicazione. Atti del Congresso internazionale di scienze storiche, Roma 1903, Vol. XII, Ser. III. Storia delle Scienze, Roma 1904, 11 S. — Abgekürzte Titel von Zeitschriften mathematischen Inhalts, mit Erläuterungen und historischen Notizen. Sonderabdr., Jahrsber. d. Dtsch. Math.-Ver. **12**, Leipzig 1903, 19 S.

2) GINO LORIA, Il „Giornale de' letterati d'Italia" di Venezia e la „Raccolta CALOGERA" come fonti per la storia delle matematiche nel secolo XVIII. Abh. z. Gsch. d. Math. Heft **9**, 241—274, Leipzig 1899.



als Quellen für die Geschichte der Mathematik hingewiesen werden. Auf eine genauere Inhaltsangabe der Artikel mathematischen Inhalts muß ich zunächst in Rücksicht auf den mir für diese Gedenkschrift zugewiesenen Raum verzichten.

Seit der Feier des 200. Geburtstages LEONHARD EULER's, am 15. April 1907, ist der Gedanke an eine Gesamtausgabe der Werke des großen Mathematikers von neuem rege geworden. Infolge dessen hat man der EULER-Literatur in letzter Zeit ein größeres Interesse entgegengebracht. Um das Quellenstudium der EULER'schen Werke zu erleichtern, habe ich in mehreren Artikeln eine Übersicht über verschiedene Zeitschriften-Serien gegeben [1]). Ein Abdruck der FUSS'schen Liste der EULER'schen Werke mit Ergänzungen ist dem von den Herren P. STÄCKEL und W. AHRENS herausgegebenen „Briefwechsel zwischen C. G. J. JACOBI und P. H. von FUSS über die Herausgabe der Werke LEONHARD EULER's" beigegeben [2]). In einem Briefe JACOBI's vom März/April 1848 macht JACOBI auf das „Journal littéraire d'Allemagne" aufmerksam [3]). Diese kurze Notiz veranlaßte mich, die genannte Serie der drei Journale genauer durchzusehen, mit besonderer Rücksicht auf die EULER-Literatur.

Geschichte der „Biblothèque Germanique".

Die „Bibliothèque Germanique" verdankt ihre Entstehung einem Kreise von Gelehrten Berlins, die sich jeden Montag im Hause des Predigers an der französischen Kirche JACQUES LENFANT versammelten. Die Mitglieder dieser „Société Anonyme" hielten wissenschaftliche Vorträge, insbesondere Referate über bessere neue Werke und Abhandlungen. LENFANT schlug vor, diese Vorträge drucken zu lassen und nach dem Muster der „Bibliothèque Anglaise, ou Histoire littéraire de la Grande Bretagne", die seit 1717 in Amsterdam erschien, herauszugeben. Im Vorwort zum ersten Bande der neuen Zeitschrift, die unter dem Titel „Bibliothèque Germanique ou Histoire littéraire de l'Allemagne et des Pays du Nord" seit 1720 zu Amsterdam bei PIERRE HUMBERT (12°, 15×10) veröffentlicht wurde, heißt es: „On peut dire certainement que l'Allemagne est aussi féconde qu'aucun pays de l'Europe en bons Esprits et en Savans . . . Il faut bannir

1) FELIX MÜLLER, Bibliographisch-Historisches zur Erinnerung an LEONHARD EULER. Jahrsber. d. Dtsch. Math.-Ver. **16**, 185—195, 1907. Nachtrag ib. S. 423—424. — Zusätze zur EULER-Literatur, ib. **17**, 36—39, 1908. — Umfang der einzelnen Abhandlungen LEONHARD EULERS, ib. 313—318.

2) Bibliotheca Math. (3) **8**, 233—306. Vermehrt um die FUSS'sche Liste, Leipzig, B. G. TEUBNER, 1908. VIII u. 184 S.

3) Briefwechsel S. 71—72. Einige Ungenauigkeiten in dem Briefe JACOBIS wird man nach dem folgenden Berichte, der dem Vorwort FORMEYS zum 25. Bande der Nouvelle Bibl. Germ. entnommen ist, leicht verbessern.



de la République des Lettres les préjugés réciproques des Nations, recevoir tout ce qui est bon et digne du Public". Viele wichtige Arbeiten Deutschlands werden in fremden Ländern nicht bekannt, weil sie in lateinischer oder deutscher Sprache geschrieben sind. Deshalb soll das Journal Abhandlungen in französischer Sprache, besonders aber Auszüge aus Werken und Artikeln von Zeitschriften und Berichte über das wissenschaftliche Leben in Deutschland und in den Ländern des Nordens bringen.

Zu den ersten Autoren der „Bibliothèque Germanique", von der jährlich 2 oder 3 Teile erschienen, gehörten LENFANT, de BEAUSOBRE und ALPHONSE DES VIGNOLES. Mit LENFANT's Tode im Jahre 1728 hörten die wissenschaftlichen Konferenzen auf, aber de BEAUSOBRE und MAUCLERC setzten die Herausgabe der Zeitschrift fort. Im Jahre 1733 zog sich der Erstere wegen hohen Alters und anderweitiger wissenschaftlicher Beschäftigung von der Redaktion zurück; an seine Stelle trat SAMUEL FORMEY, der Historiograph der Berliner Akademie. Mit dem 50. Bande schloß die „Bibliothèque Germanique" im Jahre 1741.

Ihre Fortsetzung erschien in neuem Verlag bei BEAUREGARD, A La Haye, und unter dem neuen Titel: „Journal littéraire d'Allemagne, de Suisse et du Nord. Par les Auteurs de la Bibliothèque Germanique", T. I, P. 1, 1741; P. 2, 1742; T. II, P. 1 et 2, 1743.

Nach MAUCLERC's Tode im Jahre 1742 verpflichtete DE PERARD den Buchhändler PIERRE MORTIER zu Amsterdam zur Herausgabe einer neuen Fortsetzung unter dem Titel: „Nouvelle Bibliothèque Germanique ou Histoire littéraire de l'Allemagne, de la Suisse et des Pays du Nord. Par les Auteurs de la Bibliothèque Germanique et du Journal littéraire d'Allemagne". Die ersten 5 Bände redigierten DE PERARD und FORMEY gemeinsam; hierauf trat DE PERARD seine Eigentumsrechte an letzteren ab, weshalb seit dem 6. Bande nur der Name FORMEY auf dem Titel steht. Im Vorwort zum letzten Bande (für Oktober bis Dezember 1759) teilt FORMEY mit, daß die Zeitschrift, welche 25 Bände zu je 2 Teilen erlebt habe, wegen der durch die Kriegswirren erschwerten Herausgabe aufhören werde zu erscheinen; ein 26. Band (Amst. 1760, 270 S.) werde ein ausführliches Sachregister bringen.

In der „Bibliothèque Germanique" war hinter jedem 2. Bande, in dem „Journal littéraire" hinter je 2 Teilen ein Index gegeben worden.

Der Inhalt eines jeden Bandes resp. Teiles der 3 Zeitschriften besteht zunächst aus ca. 12 größeren „Artikeln", d. h. entweder wissenschaftlichen Abhandlungen oder Éloges oder längreen oder kürzeren Berichten über Einzelwerke und Journalartikel, ferner aus „Nouvelles littéraires", d. h. kurzen Berichten über Akademien und Universitäten, Personalnachrichten, Ankündigungen demnächst erscheinender Werke. Bei den folgen-



den Zitaten bedienen wir uns für unsere 3 Zeitschriften resp. der Abkürzungen B. G., J. l., N. B.

Die Abhandlungen mathematischen Inhalts.

Einer der fleißigsten Mitarbeiter der „Bibliothèque Germanique" war der Prediger an der französischen Kirche zu Berlin, ALPHONSE DES VIGNOLES. Seine Arbeiten sind zum größten Teil chronologischen Inhalts. Er lieferte für unsere Zeitschrift folgende Artikel:

Dissertation touchant le Jour de Noël, lue dans la Société des Anonymes, le 20 Décembre 1717. B. G. 2, 29—71, 1721.

Plan de la Chronologie Sacrée (de l'Histoire Sainte). B. G. 3, 105 bis 130, 1722.

Remarques sur un Mémoire de Mr. l'Abbé RENAUDOT, de l'Origine de la Sphère, communiqué à la Société des Anonymes le 6 Février 1719. B. G. 5, 153—180, 1723. (Das Mémoire steht in Hist. Ac. d. inscript. Paris, 1717 und behandelt die Geschichte der astronomischen Systeme).

Lettre sur la Chronologie Chinoise et sur leurs annales. B. G. 14, 142—150, 1727.

Défense contre les Aristarques de Trevoux, a. 1734 No C. B. G. 33. 62—109, 1735. (Gegen die jesuitischen Mitarbeiter des Journal des Trevoux; betrifft Chronologisches).

Remarque sur le Retour des Comètes. Tirée de l'Almanac Français de Berlin pour l'année 1737. B. G. 39, 152—156, 1737.

Chronologie de l'Histoire Sainte. 3e Extrait. B. G. 45, 65—85, 1739.

Remarques sur la Musique des Anciens. N. B. 10, 133—169, 1725. Suite: Explication du Concert d'HORACE. N. B. 11, 285—302, 1726. Fin de l'Article: Sur la Musique des Anciens. N. B. 15, 279—321, 1728.

Dissertation sur la Chronologie de Mr. NEWTON. N. B. 18, 409—434, 1730; 19, 205—229, 422—443, 1730; 21, 178—192, 1731; 22, 381 413 bis 1731.

Dazu kommen zahlreiche Berichte, Auszüge und Nekrologe.

In zweiter Linie ist als Mitarbeiter der „Bibliothèque Germanique" zu nennen der preußische Ingenieur Major ABRAHAM von HUMBERT, zugleich Geheimer Rat, Assessor des reformierten französischen Konsistoriums und Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Er ist durch verschiedene Werke über Fortifikation, Kartographie und praktische Geometrie bekannt. Er schrieb für unsere Zeitschrift:

Lettre sur les Cartes géographiques. B. G. 25, 190—212, 1732.

Lettre sur quelques nouvelles littéraires. B. G. 29, 159—174, 1734. (Der Anfang ist eine Fortsetzung des Berichtes über Kartenwerke).



Lettre à Mr. DE CAMAS sur les Principales Cartes de Géographie propres à composer un Atlas de l'Allemagne, B. G. 30, 175—203, 1734.

Lettre sur deux Traités de Fortification et réponse aus Objections contre la manière de fortifier de RIMPLER. B. G. 34, 157—180, 1736. (Die beiden Werke sind: J. A. HERBERT, Nouvelles méthodes pour fortifier, Leipzig 1735, worin auch Elemente der reinen und angewandten Mathematik, und ROZARD, Nouvelle Fortification Françoise, Nürnberg 1731).

Lettre contenant une réponse à la Critique qu'un Journaliste de Leipzig a faite de mes Lettres sur différents Sujets de Fortification et de Géométrie pratique. B. G. 35, 59—69, 1736. (Das Werk HUMBERT's war 1734 zu Berlin erschienen. S. auch den folgenden Abschnitt: Referate).

Mémoires critiques de Géographie. N. B. 22, 414—429, 1731; 23, 426—440, 1732; 24, 213—223, 1732.

Auf HUMBERT's wertvolle Referate kommen wir weiter unten zu sprechen.

Durch die regere EULER-Forschung der letzten zwei Jahre ist eine Arbeit LEONHARD EULER's (anonym) aus dem „Journal littéraire" in weiteren Kreisen bekannt geworden:

Démonstration de la somme de cette Suite $1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + 1/25 + 1/36 +$ etc. J. l. 2, P. 1, 115—127, 1743. Sie war mit einer anderen Abhandlung „Découverte d'une loi extraordinaire des nombres" in der Liste der EULER'schen Werke verwechselt worden, die NIC. FUSS, der Enkel EULER's, seinem Éloge de M. LÉONARD EULER", 1783 beigefügt. Und erst der Briefwechsel JACOBI's [1]) lenkte die Aufmerksamkeit wieder auf die vergessene Abhandlung.

Abgesehen von kürzeren und längeren wörtlichen Auszügen aus EULER's Abhandlungen, von denen weiter unten die Rede sein wird, findet sich in der „Nouvelle Bibliothèque Germanique" der wörtliche Abdruck einer anderen Arbeit EULER's, nämlich die Vorrede zu dem „Atlas Geographicus" in französischer Übersetzung. Der Referent (wahrscheinlich der Major HUMBERT) sagt über den „Atlas Géographique, Représentant en XLI Cartes toutes les Régions de la Terre, gravé par ordre de l'Académie Royale des Sciences de Berlin. Berlin 1753", N. B. 13, 103—113, 1753, er wolle nur die Vorrede EULER's abdrucken [2]).

---

1) S. das in der Einleitung (oben S. 2) zitierte Werk von P. STÄCKEL und W. AHRENS S. 42 u. flg. Abgedruckt ist die Abhandlung in dem Aufsatze von PAUL STÄCKEL: Eine vergessene Abhandlung LEONHARD EULERS über die Summe der reziproken Quadrate der natürlichen Zahlen. Bibl. math. (3) **8**, 37—60, 1907.

2) S. Briefwechsel S. 71 und 168—169. Auf Seite 71 ist 1763 zu verbessern in 1753. Daß diese Auflage nur **41** Karten umfaßt, geht aus EULERS Vorrede deutlich hervor. Daher wäre S. 168, Z. 10 v. u., zu verbessern 41 statt 44, und auf die französische Übersetzung in der N. B. hinzuweisen. S. auch Bibl. Impart. **8**, 159.

Neben LEONHARD EULER haben wir MAUPERTUIS zu nennen, der zugleich mit EULER an die Berliner Akademie berufen wurde und längere Zeit Präsident der Physikalischen Klasse war. Seine Rede auf die Preußische Akademie am Geburtstage FRIEDRICH DES GROSSEN, den 23. Juni 1746, wird abgedruckt in einem Bericht über die Mémoires de l'Academie, a. 1746, N. B. 4, 243—250, 1748.

De MAUPERTUIS, Lettre sur les progrès des sciences. N. B. 10, 319 bis 358, 1752.

Réponse à un Mémoire de Mr. D'ARCY, inséré dans le volume de l'Académie des Sciences de Paris pour l'année 1749. N. B. 15, 161—169, 1754. (Betrifft das von MAUPERTIUS „entdeckte" Prinzip der kleinsten Wirkung).

Für die Geschichte der Berliner Akademie ist von Interesse der Artikel von FORMEY, Mémoire sur le Renouvellement de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-Lettres de Berlin. N. B. 1, 196—211, 1746.

LENFANT, der Begründer der „Bibliothèque Germanique" veröffentlichte hier eine

Dissertation sur cette question: Si PYTHAGORE ET PLATON ont eu connaissance des Livres de Moyse et de ceux des Prophètes. B. G. 2, 124—146, 1721.

In einem Referate über die Acta Helvetica 1, 1751 ist abgedruckt ein Aufsatz von

DANIEL BERNOULLI, Diverses réflexions concernant la physique générale N. B. 11, 17—32, 1752.

Unter der Chiffre F. K. veröffentlichte FRIEDRICH KOES, Observator der Sternwarte in Berlin, gest. 1766 in Kiel als Professor der Mathematik an der Universität, 3 Aufsätze:

Discours sur les éclipses extraordinaires du soleil et de la lune. B. G, 11, 157—175, 1726.

Réflexions sur le calendrier en général et sur l'intercalation de l'année solaire en particulier. B. G. 16, 162—189, 1729.

Méthode particulière de trouver les latitudes en géographie. B. G. 17, 175—199, 1729.

Anonym erschienen ferner:

Lettre écrite de Genève sur l'Année Sabbatique. B. G. 30, 83—115, 1734.

Examen abrégé de la notion qu'on se forme communément de l'Etendue. N. B. 16, 319—323, 1755.

Pensées sur l'Espace pur. N. B. 17, 32—39. 1755.

Réflexions concernant les diverses Opérations faites pour mesurer la Terre. N. B. 19, 291—297, 1756. Deutsch: Hamburg. Mag. 19, 52 bis 57, 1757.



Referate und Auszüge größeren Umfanges.

Vielleicht noch wichtiger für die Bibliographie und Geschichte der Mathematik als die im vorigen Abschnitt angeführten Abhandlungen sind die längeren Referate und Auszüge aus Schriften mathematischen Inhalts, teils Einzelschriften, teils Journalartikel. Regelmäßig wurde berichtet über die Miscellanea Berolinensia, vom 1. Bande an, und die Histoires de l'Académie de Berlin, avec les Mémoires, bis zum Jahre 1757; ferner über die Commentarii und Novi Commentarii Ac. Petropol. bis 4, a. 1752/3; und über die Commentarii Societatis Gottingensis, 1—4. Ferner sind zu nennen die Berichte über die Acta Helvetica, Acta Litteraria Sueciae 1, a. 1720—1736, und die Versuche und Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Danzig, 1.

Wir beginnen mit den Referaten über Einzelwerke.

THEOPHIL SIEGFR. BAYER, De eclipsi Sinica, quae Christo in crucem acto facta esse creditur, Regiom. 1718. 4⁰. B. G. 5, 19—40, 1723. Das Referat ist von DES VIGNOLES. Ihm folgt eine französische Übersetzung von CHRISTFRIED KIRCH, Brevis Disquisitio de Eclipsi Solis quae a Sinis anno 7 Quang-ou-ti notata est. B. G. ib. 41—51, und eine Addition de Mr. DES VIGNOLES aux deux articles précédents. B. G. ib. 51—62.

JEAN PIERRE CROUSAZ, Commentaire sur l'analyse des infinimens petits (DE l'HÔPITAL), Paris 1721. Ref. B. G. 6, 98—113, 1723.

JOS. NIC. DE l'JSLE. Discours lû dans l'Assemblée publique de l'Académie des Sciences le 2 Mars 1728; Avec la Réponse de Mr. BERNOULLI. St. Petersb. 1728. 24 S. (Si l'on peut démontrer par les seuls faits astronomiques quel est le vrai système du Monde? Et si la Terre tourne ou non?) Ref. B. G. 28, 93ff., 1730.

D. G. CRAMER, Theses Physico-Mathematicae de Gravitate, in quibus ex motibus coelestibus deducuntur ejus Leges ac circa ejus causam mechanicam, hypothesis Eruditorum examini subjicitur. Genevae 1731. Ref. B. G. 27, 189—192, 1733.

ABR. de HUMBERT, Lettres d'un Officier Ingénieur sur quelques sujets de fortification et de géométrie pratique. Berlin 1736. 76 S. Ref. B. G. 31, 95—100, 1735.

J. G. DOPPELMAYR, Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern. Nürnberg 1730. 314 S. fol. Ref. B. G. 34, 1—12, 1736.

NIC. BION, Abhandlung von der Weltbeschreibung, ins Deutsche übersetzt von D. C. C. BERGER. Lemgo 1736. 604 S. 8⁰. Ref. B. G. 36, 103—113, 1736.



LEIBNIZ, Recueil de diverses Pièces sur la Philosophie, les Mathématiques, l'Histoire etc. Par CHR. KORTHOLD. Hamburg 1734, 114 S. 8. Ref. B. G. 36, 169—176, 1736.

PHIL. NAUDÉ, le Père, Traité de la Fortification. Leyde 1736. 496 S. 12⁰. Ref. B. G. 36, 176—181, 1736. [Darin eine Biographie NAUDÉS, Seite 177—180].

JOH. AUG. ERNESTI, Initia Doctrinae solidioris. Leipzig 1735. 708 S. 8⁰. (Darin I. Arithmetik, Geometrie, Psychologie, Ontologie; II. Dialektik, Naturrecht, Moral, Natürliche Theologie). Ref. B. G. 37, 91—140, 1737.

JEAN PIERRE CROUSAZ, Divers Ouvrages. Amst. 1737. 2 vols. I, 240 S., II, 238 S. 12⁰. Ref. B. G. 38, 105—118, 1737.

LEONHARD EULER, Mechanica, sive motus scientia analytice exposita. St. Petersburg 1736. I, 480; II, 500 S. 4⁰. Ref. B. G. 39, 93—108, 1737.

JACOB LEUPOLD, Theatrum machinarum generale, Schauplatz des Grundes mechanischer Wissenschaften. T. I. Leipzig 1724. 246 S. fol. 71 Pl. Ref. von HUMBERT. B. G. 40, 1—19, 1737.

J. P. DE CROUSAZ, Logique ou Système abrégé de Réflexions qui peuvent contribuer à la netteté et à l'étendue de nos connaissances. 2. éd Amst. 1737. 2 vols. 8⁰. 326 + 214 S. Ref. B. G. 40, 168—177, 1737.

JAC. LEUPOLD, Theatrum machinarum hydrotechnicarum. Leipzig 1724. 184 S. 51. Tfn. Ref. von HUMBERT. B. G. 41, 170—190, 1738.

A. DES VIGNOLES, Chronologie de l'Histoire Sainte. Berlin 1738, 2 vols. 4⁰ I. 48 + 790; 20 + 866. Ref. von ihm selbst B. G. 43, 1—38, 1738, 44, 14—48, 1739, 45, 65—85, 1739 (siehe im vor. Abschnitt den Plan de Chronologie).

JAC. LEUPOLD, Theatri machinarum hydraulicarum T. I. oder Schauplatz der Wasserkünste. Leipzig 1724. 172 S. fol., 53 Tfln. Ref. von HUMBERT. B. G. 45, 101 ff., 1739. — T. II. Leipzig 1725. 165 S. fol. 54. Tfln. Ref. ib. 48, 106—125, 1740.

LEONHARD EULER, Sur l'Année solaire astronomique des Indiens. (Am Schluß von Th. S. BAYER, Historia Regni Graecorum Bactriani, St. Petersburg 1738. Ref. B. G. 47, 129, 1740)[1]).

JOS. NIC. DE L'ISLE, Mémoires pour servir à l'histoire et au progrès de l'astronomie, de la géographie et de la physique. St. Petersburg 1738. 284 S. 4⁰. Ref. B. G. 49, 194—204, 1740.

JAC. LEUPOLD, Theatrum machinarium (sic!) (Théorie des machines qui servent à porter, voiturer et élever les fardeaux). Leipzig 1725. 162 S. fol. 56 Tfln. Ref. von HUMBERT. B. G. 50, 150—183, 1741.

1) Im „Briefwechsel" S. 168 Anm. 1, wird bemerkt, das Vorhandensein der Abhandlung EULERS „De Indorum anno solari astronomico' sei schon P. H. VON FUSS bekannt gewesen.



L. M. KAHLE, Vergleichung der Leibnitzischen und Neutonischen Metaphysik. Göttingen 1740. 159 S. 8⁰. (Gegen VOLTAIRE). Ref. J. l. 1, P. 2, 373—395, 1742.

JAC. LEUPOLD, Theatrum universale staticum. Leipzig 1726. 332 S. und Tfln. Ref. von HUMBERT. J. l. 2, P. 2, 276—314, 1743.

JAC. LEUPOLD, Theatrum pontificale, oder Schauplatz des Brücken- und Brückenbaues. Leipzig 1727. 153 S. fol. und 57 Tfln. Ref. von HUMBERT, N. B. 1, 35—53, 1746.

JAC. LEUPOLD, Theatrum machinarum arithmetico-geometricum. (Théatre des Machines et Instruments pour l'Arithmétique et la Géométrie etc.) Leipzig 1727. Ref. von HUMBERT. N. B. 1, 337—355, 1746[1]). Die Referate des gelehrten HUMBERT enthalten sehr wertvolle historische und bibliographische Angaben.

LEONHARD EULER, Tentamen novae Theoriae Musicae. St. Petersburg 1739. 4⁰. Ref. N. B. 1, 241—251, 1746.

LEONHARD EULER, Neue Grundsätze der Artillerie. Aus dem Englischen des BJ. ROBINS übersetzt. Berlin 1745. 720 S. 8⁰. Ref. von HUMBERT. N. B. 3, 301—317, 1748[2]). 2ᵉ Extrait N. B. 4, 313—320, 1748.

Anonymus, Recherches sur les Éléments de la Matière. s. l. 1747. 242 S. 12⁰ Ref. N. B. 3, 241—262, 1747.

MARTIN KNUTZEN, Elementa philosophicae rationalis, seu logica, cum generalis, tum specialis, mathematica methodo demonstrata. Königsberg 1747. 430 S. 8⁰. Ref. N. B. 3, 412—422, 1747.

J. LE ROND D'ALEMBERT, Réflexions sur la cause générale des vents. Berlin 1747. Preisschrift 224 S. 4⁰. Ref. N. B. 4, 386—389, 1748.

LEONHARD EULER, Introductio in Analysin infinitorum. Lausannae 1748. 2 vol. 320 + 398 S. Ref. N. B. 7, 17—26. 1750.

GABRIEL CRAMER, Introduction à l'analyse des lignes courbes algébriques. Genève 1750. Ref. N. B. 7, 364—383, 1751.

LEONHARD EULER, Scientia navalis. St. Petersburg 1749. Ref. N. B. 8, 26—55, 1751.

LEONHARD EULER, Opuscula varii argumenti. Berlin I, 1746; II, 1750; Ref. über die beiden Artikel: La Matière peut-elle penser? N. B. 8, 387 bis 397, 1751, und Recherches physiques sur la nature des moindres parties de la Matière, ib. 397—407.

A. G. KÄSTNER, Pièce de Prix sur les Événements fortuits. Mit Supplement wörtlich abgedruckt. N. B. 10, 168—204, 1752.

1) Im „Briefwechsel" S. 72 ist der Titel von JACOBI ungenau angegeben. Auch irrt JACOBI, wenn er meint, das Referat über LEUPOLD sei von dem „gelehrten FORMEY".

2) Auch hier irrt JACOBI (Briefwechsel S. 72), wenn er meint, die Rezension sei von FORMEY.



Al. Cl. Clairaut und L. Euler. Pièce qui a remporté le Prix de l'Académie Imp. d. sc. de St. Pétersbourg (Théorie de la Lune). Jtem: Recensio Theoriae Eulerianae motûs atque anomaliae Lunae, in Conventu Acad. Sc. Imp. publico, die 7. Sept. 1752 biduo post solemnia diei nomini Invictissimae Russiarum Imperatrici Elisabethae Sacri praelecta à N. Popow. St. Petersburg 1752. 22 S. 4⁰. Ref. N. B. 11, 378—408 1752. Zuerst ein Abdruck von Clairaut's Discours préliminaire. Dann Auszug aus der Euler'schen Bearbeitung der Preisaufgabe, ib. 381—408 [1]).

De Maupertuis, Lettres. Dresde 1752. 228 S. 8⁰. (19 Briefe philosophisch-mathematisch-physikalisch-naturwissenschaftlichen Inhalts). Ref. N. B. 11, 1—20, 1752. — — Oeuvres de Mr. de Maupertuis. Dresde 1752. 424 S. 4⁰. Ref. ib. 217—221, 1752; Lyon 1756. 4 vols zu je ca. 500 S. 8⁰. Ref. N. B. 18, 132—152, 330—361, 1756.

Le Febure, Nouveau Traité du Nivellement. Potsdam 1753. Ref. N. B. 13, 88-91, 1753.

Leonhard Euler, Institutiones Calculi Differentialis. St. Petersburg 1755. XX + 880 S. 4⁰. Ref. von L. Bertrand. N. B. 18, 101—122, 1756. Ein zweites Referat von „einem sehr geschickten Geometer, der nicht genannt sein möchte", findet sich N. B. 22 [2]), 132—156, 1758 und ein drittes 22, 262—285, 1758.

David Hume, Philosophische Versuche über die menschliche Erkenntnis. Deutsche Übers. Hamburg und Leipzig. 1752. 374 S. 8⁰. Ref. N. B. 19, 78—109, 1756; 311—333, 1756; 20, 57—87, 1757; 268—298, 1757; 21, 65—81, 1757.

Andreas Elias Buchner, Academiae Sacri Romani Imperii Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum Historia. Halle 1755. 581 S. 4⁰. Ref. N. B. 20, 1—34, 1757.

Joh. Friedr. Polack, Mathesis forensis. Leipzig 1756. 479 S. 4⁰. Ref. N. B. 20, 119—129, 1757.

John Craig, Theologiae Christianae principia mathematica. Ed. Dan. Titius. Leipzig 1755. 68 S. 4⁰. Ref. N. B. 20, 129—148, 1757; Verzeichnis der Schriften Craig's, S. 145—146.

Chr. von Wolf, Meletemata mathematico-philosophica. Halle 1755. 591 S. Ref. N. B. 21, 46—64, 1757; (39 Aufsätze Chr. Wolf's).

Joh. Alb. Euler, Disquisitio de causa electricitatis. Preisschrift 1755. 144 S. Ref. N. B. 21, 255—262, 1758.

Anonym, Recherches sur quelques principes des connaissances humaines. Publiées à l'occasion d'un Mémoire sur les Monades, Journ.

1) S. Briefwechsel S. 71, wo der Titel von Jacobi nicht ganz genau angegeben ist.
2) In dem Briefwechsel Jacobi's (S. 76) steht irrtümlich N. B. 12.



d. Sav. April 1753. Göttingen und Leiden 1756. VIII + 246 S. 12⁰. Ref. N. B. 21, 284—298, 1758.

JOH. ANDR. VON SEGNER, Elementa Analyseos Finitorum. Halle 1758. VII + 510 S. 8⁰. Ref. N. B. 23, 23—29, 1758.

ABR. G. KÄSTNER, Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie und Perspective. Göttingen 1758. Ref. N. B. 24, 88—96, 1759.

FRIEDR. WILH. MARPURG, Anfangsgründe der theoretischen Musik. Leipzig 1757. Ref. N. B. 24, 438—444, 1759.

ABR. CHR. KÄSTNER, Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Bd. II. Göttingen 1759. 534 S. 8⁰. Ref. N. B. 25, 353—375, 1759.

Wir lassen nun eine Übersicht über die bemerkenswerteren Referate und Auszüge von Journalabhandlungen folgen. Wie wir schon in der Einleitung hervorgehoben, interessierten uns in erster Linie diejenigen Berichte, welche die EULER-Literatur betreffen. Die Auszüge aus den Abhandlungen der Berliner und der Petersburger Akademie bringen meist nur die Titel der Artikel oder Referate von wenigen Zeilen. Solche haben wir fortgelassen und setzen hierher nur die längeren Referate und Auszüge.

L. EULER, De innumerabilibus curvis tautochronis in vacuo, Comm. Petr. 4, a. 1729, 49—66; Ref. B. G. 34, 118—120, 1736. — De communicatione motus in collisione corporum. Comm. Petr. 5, a. 1730/31, 159—168; Ref. B. G. 48, 40—50, 1740. — Solutio singularis casus circa tautochronismum. Comm. Petr. 6, a. 1732/3, 28—36; J. l. 2, P. 2, 37—47, 1743. — Methodus computandi aequationem meridiei. Comm. Petr. 8, a. 1736, 48—65; Ref. N. B. 4, 3—8, 1748. — Recherches physiques sur la cause de la queue des Comètes, etc. Hist. Mém. Ac. Berlin 2, a. 1746, 117—140; Ref. N. B. 5, 14—16, 1748. — Mémoire sur l'effet de la propagation successive de la lumière etc. Hist. Mém. Ac. Berlin 2, 141—181; Ref. N. B. 5, 16—17. — Mémoire sur la plus grande équation des planètes. Hist. Mém. Ac. Berlin 2, 225 bis 248; Ref. N. B. 5, 18—19. — De machinarum tam simplicium quam compositarum usu maxime lucroso. Comm. Petr. 10, a. 1738, 67—94; Ref. N. B. 6, 309—317, 1750. — De descensu corporum supra plano inclinato aspero. Comm. Petr. 13, a. 1741/3 197—219; Ref. N. B. 12, 279—290, 1753. — Maximes pour arranger le plus avantageusement les machines destinées à élever de l'eau par le moyen de pompes. Hist. Mém. Ac. Berlin 8, a. 1752, 185—232; Ref. mit wörtlicher Wiedergabe der XV Maximes N. B. 15, 249—253; 1754. — De la variation de la latitude des étoiles fixes et de l'obliquité de l'écliptique. Hist. Mém. Ac. Berlin 10, a. 1754, 296—336; Ref. N. B. 19, 7—11, 1756. — Principes généraux de l'état d'équilibre des fluides. Hist. Mém. Ac. Berlin, 11, a. 1755

217—273. Principes généraux du mouvement des fluides, ib. 274—315. Continuation des recherches sur la théorie du mouvement des fluides, ib. 316—361; Ref. N. B. 21, 1—6, 6—10, 10, 1757. — Sur la force des colonnes. Hist. Mém. Ac. Berlin 13, a. 1757, 252—282; Ref. N. B. 24, 303 bis 307, 1759.

P. L. M. de MAUPERTUIS, Les lois du mouvement et du repos déduites d'un principe métaphysique. Hist. Mém. Ac. Berlin, a. 1746, 265 ff.; Ref. N. B. 5, 242—246, 1749. — Examen philosophique de la preuve de l'Existence de Dieu employée dans l'Essai de Cosmologie. Hist. Mém. Ac. Berlin 12, a. 1756; Ref. N. B. 23, 2—12, 1758, ausführlicher N. B. 24, 71—87, 1759.

A. DES VIGNOLES, De annis aegyptiacis; de cyclis Sinensium sexagenariis. Misc. Berol. 4, 1734; Ref. B. G. 31, 2–10, 1735.

FR. Chr. MAJER, De orbita solis definienda. De aequinoctiorum et solstitiorum momentis. Problema trigonometrico-sphaericum. Comm. Petr. 4, a. 1729; Ref. B. G. 35, 111—116, 1736.

JOHANN I BERNOULLI, De motu corporum se invicem percutientium. Comm. Petr. 7, a. 1734/5; Ref. N. B. 2, 117—121, 1746.

PHIL. NAUDÉ, le fils, Trigonoscopiae cujusdam novae conspectus Misc. Berol. 5, 1734; Ref. B. G. 38, 3—4, 1737 (11 Probleme zur Konstruktion von Dreiecken).

DANIEL BERNOULLI, Commentationes de oscillationibus compositis. Comm. Petr. 12, a. 1751; Ref. N. B. 11, 3—8, 1752. Ib. 17—32. — Réflexion concernant la physique générale, Acta Helvet. 1, 1751, wörtlich. — De vibrationibus et sono laminarum elasticarum. Comm. Petr. 13, a. 1752, Ref. N. B. 22, 273—279, 1758.

L. BERTRAND, Examen des Réflexions de Mr. le Chevalier d'ARCY sur le principe de la moindre action. Hist. Mém. Ac. Berlin 9, a. 1753; Ref. N. B. 17, 9—14, 1755.

N. L. de LA CAILLE, Éclaircissements sur les erreurs qu'on peut attribuer à la mesure des degrés en France, entre Paris et Amiens. Hist. Mém. Ac. Berlin 10, 1754; Ref. N. B. 19, 11—17, 1756.

Biographisches.

Die „Bibliothèque Germanique" mit ihren Fortsetzungen bringt eine Reihe von Éloges oder Nekrologen von Mathematikern. Wir glauben, ein Verzeichnis dieser Biographien wird dem Historiker willkommen sein, da sie viele Notizen enthalten, die sonst in biographischen Werken nicht zu finden sind. Die Verfasser dieser Éloges sind freilich selten genannt.

B. G. 3, 155—183, 1721. A. DES VIGNOLES, Éloge de Madame KIRCH, à l'occasion de laquelle on parle de quelques autres Femmes et



d'un Paysan astronomes. (Die Frauen sind HYPATIA, MARIE CUNITZ und MARIA MARGARETHE KIRCH; über den gelehrten Bauer JOH. LUDWIG schrieb CHR. GOTTH. HOFFMANN ein Werk, Dresden 1756, 260 S. 8⁰; Ref. N. B. 20, 299—318, 1757.

B. G. 16, 115—129, 1729. Mémoire historique de la Vie, de la Mort et des Ouvrages de feu Mr. LENFANT. (Geb. zu Bazoche en Beausse, den 13. April 1661. Gest. am 7. August 1728 als Prediger an der französischen Kirche zu Berlin. Begründer der Bibliothèque Germanique. Siehe oben die Geschichte der Zeitschrift).

B. G. 19, 70—73, 1730 Éloge de Mr. PIERRE DANGICOURT. (Geb. um 1666, gest. 1727. Mathematiker, Mitglied der Berliner Akademie, Freund von LEIBNIZ, Verfasser einer Arithmétique binaire).

B. G. 27, 62—85, 1733. HUMBERT, Mémoire sur la Vie et les Ouvrages de feu M. LEONHARD CHRISTOPHE STURM, mort Architecte de S. A. S. Monseigneur le Duc LOUIS RODOLPHE DE BRUNSWIG. (Geb. 5. Nov. 1669, Altdorf, gest. 6. Juni 1719 Blankenburg. Geographia mathematica, Francof. ad Vid. 1705. Tractatus de natura et constitutione matheseos, ib. 1706. Aufrichtige Entdeckung des Nivellierens, Augsp. 1715. Kurzer Begriff der gesamten Mathesis. Frankf. a. O. 1710. Kurtz gefaßte Mathesis. Coburg 1717 fol.).

B. G. 43, 69—81, 1738. Mémoire abrégé sur la Vie et les Ouvrages de Mr. de BEAUSOBRE. (ISAAC de BEAUSOBRE, geb. 8. März 1659 zu Niort, gest. 5. Juni 1738. Mitherausgeber unserer Zeitschrift. Religionsgeschichtliche Werke).

B. G. 50, 99—113, 1741. Mémoire historique sur la Vie et les Ouvrages de Mr. BAYER. (Aus einer Selbstbiographie von THEOPHIL SIEGFRIED BAYER).

J. l. 1, 300—351, 1742. DES VIGNOLES, Éloge de M. KIRCH le Fils, astronome de Berlin. (GOTTFRIED KIRCH, der Sohn, geb. 24. Dez. 1694 Guben. Gest. 9. März 1740 Berlin).

J. l. 2, 173—181, 1743. FORMEY, Lettre à Mr. de M. sur la Vie de Mr. DE BEAUSOBRE (Anekdoten).

N. B. 1, 1—8, 1746. Éloge de M. MAUCLERC. (A. ÉMILE DE MAUCLERC, Theologe, Kanzler des Königs von Preußen, geb. 30. Januar 1698 zu Paris. Mitherausgeber unserer Zeitschrift. Gest. 11. September 1745, Stettin).

N. B. 2, 251—262, 1746, Éloge de Mr. DES VIGNOLES (ALPHONSE DES VIGNOLES, geb. 19. Okt. 1649[1]) im Schlosse d'Aubais, Bas Languedoc. Gest. 24. Juli 1744, Direktor der mathematischen Klasse der Berliner Akademie. Historisch-Chronologische Arbeiten. S. oben).

1) Bei POGGENDORFF, Biogr.-Lit. Handwörterbuch, steht 9. Oktober.



N. B. 4, 251—261, 1748. Éloge de Mr. Jordan. (Charles Étienne Jordan, aus einer französischen Familie, geb. 27. Aug. 1700 zu Berlin. Gest. 24. Mai 1745. Veranlaßte Euler 1741, für Friedrich den Grossen die Abhandlung „De Matheseos Sublimioris utilitate" zu schreiben).

N. B. 30—47, 1750. Éloge de Mr. Bernoulli (Johann I. Bernoulli, geb. 27. Juli 1667, gest. 1. Jan. 1748 Basel).

N. B. 8, 17—20, 1751. Éloge de Mr. Grishow (Augustin Grishow, geb. 13. Dez. 1683 Anklam i. Po., gest. 10. Dezemb. 1749 Berlin, Prof. der Math. am Collége de Médecine et de Chirurgie).

N. B. 9, 214—219, 1751. Éloge de M. Doppelmayr (Joh. Gabriel Doppelmayr, geb. 1677 [1]), gest. 1. Dez. 1750 Nürnberg).

N. B. 9, 267—286. de Maupertuis, Éloge de Mr. le Maréchal de Schmettau (Samuel von Schmettau, geb. 26. März 1684, gest. 18. Sept. 1751. Einer der Begründer der Akademie d. Wiss. zu Berlin. Verdienste um die Gradmessung).

N. B. 10, 359—392, 1752. P. Vernet, Éloge de Mr. Cramer (Gabriel Cramer, geb. 31. Juli 1704 Genf, gest. 4. Jan. 1752 Bagnols).

N. B. 16, 446—451, 1755. Mémoire sur la Vie et les Ouvrages de Mr. Krafft (Georg Wolfgang Krafft, geb. 15. Juli 1701 Tuttlingen, gest. 12. Juni 1754 Tübingen).

N. B. 17, 20—31, 1755. Éloge de Mr. de Beausobre (Charles Louis de Beaubobre, geb. 24. März 1690, gest. 10 März 1755, Pasteur de l'Église française de Berlin. S. auch die vorige Seite).

N. B. 18, 264—274, 1756. Éloge de Mr. de Marinoni (Joh. Jac. von Marinoni, geb. 1676 zu Udine, gest. 10. Jan. 1755 zu Wien, als Direktor der Akademie der Geometrie und Kriegswissenschaften).

N. B. 20, 35—57, 1757. Éloge de Mr. David Ancillon (geb. 22. Febr. 1670, gest. 16. Nov. 1723 Berlin).

Die „Nouvelles littéraires".

Aus sehr vielen Städten Deutschlands, der Schweiz und der Länder des Nordens gingen den Herausgebern der „Bibliothèque Germanique" und ihrer Fortsetzungen Berichte über das wissenschaftliche Leben zu. Einige für die Geschichte der Literatur und Mathematik von 1720—1760 besonders interessante „Neuigkeiten" seien hier erwähnt.

Im Anschluß an den vorigen Abschnitt beginnen wir mit einigen Personalnachrichten. In B. G. 28, a. 1733, 137 wird aus Petersburg gemeldet, Daniel Bernoulli sei nach Basel zurückgekehrt, Leonhard Euler, sein Schüler und Landsmann, folge auf ihn als Professor der Mathematik,

1) Bei Poggendorff steht 1671 und in der Anmerkung 1678.

KRAFFT als Professor der Physik. In dem Referat über Comm. Petr. 2, a. 1727 in B. G. 29, a. 1734 befindet sich S. 4—7 eine Biographie von NICOLAUS BERNOULLI (gest. 25. Juni 1726). Im J. l. 2, 429, 1742 wird aus Petersburg gemeldet, W. KRAFFT gehe nach Tübingen. Der N. B. 1, 1746, wird aus Upsala der Tod A. CELSIUS' vom 25. April/6. Mai 1744, und aus Neuchatel der von L. BOURGUET, am 31. Dez. 1742 gemeldet. Die N. B. 4, 223, 1748, teilt den Tod JOHANNS I. BERNOULLI, 27. Dez. 1747 zu Basel, mit. In der N. B. 5, 454 wird aus Göttingen gemeldet, daß JOH. FRIEDR. PENTHER am 17. Sept. 1749 gestorben sei. Die N. B. 13, 222—224, bringt aus Petersburg eine Schilderung über den tragischen Tod des Physikers RICHMANN am 25. Juli/6. Aug. 1753. Bd. 15, 223—225 bringt aus Leipzig einen Nachruf auf FRIDER. OTTO MENCKE (geb. 3. Aug. 1708, gest. 14. März 1754) den Fortsetzer der Acta Eruditorum und Herausgeber der Miscellanea Lipsiensia. ANDREAS VON SEGNER hat, wie die N. B. 17, 216, 1755 meldet, sein Amt als Professor in Halle angetreten mit einem Inaugural-Programm über die Theorie der Turbinen. Aus N. B. 18, 443, 1756, erfahren wir, daß BÄRMANN nach Wittenberg geht an Stelle von WEIDLER und J. D. TITIUS an BÄRMANN's Stelle nach Leipzig berufen ist. Die N. B. 19, 469, 1756, teilt mit, daß KÄSTNER's Antrittsrede lautet: „De eo quod studium Matheseos facit ad virtutem".

Nachrichten über Akademien und Universitäten sind sehr zahlreich. Wir erhalten die Verzeichnisse der Professoren an den Universitäten Königsberg, Wien, Göttingen, Altdorf, Halle, Helmstedt, Wittenberg, Leipzig, Marburg, Heidelberg, Gießen, Kiel, Straßburg, Zürich, Upsala, Basel, Kopenhagen, Salzburg, Prag, Ingolstadt, Jnnsbruck, der Collegien zu Braunschweig, Stettin, Schaffhausen, der Akademien Genf, Soroe, Petersburg, Berlin. Ein Bericht über die Gründung der Petersburger Akademie durch PETER I. findet sich B. G. 7, 217, 1724, und der Bericht über die erste Sitzung dieser Akademie am 7. Januar 1726 ib. 11, 208—214: das neue Reglement der Petersburger Akademie wird mitgeteilt N. B. 5, 205—215, 1749; eine Liste der Mitglieder steht B. G. 43, 198, 1738. Besonders ergiebig ist aber die „Bibliothèque Germanique", mit ihren Fortsetzungen, für die Geschichte der Berliner Akademie. Wir erwähnen hier ein Referat N. B. 8, 1—16, 1751 über: Histoire de l'Académie R. des sciences et belles-lettres depuis son origine jusqu'à présent. Avec les Pièces originales. Berlin 1750, 258 S. 4°; ferner ein solches über Histoire de l'Académie de Berlin. 2. éd. Berlin 1752. 312 S. 4°, in N. B. 10, 241—267, 1752. Hierin wird eine Esquisse du caratère de Mr. de LEIBNITZ nebst seiner Abhandlung über Vorschläge zur Gründung der Akademie wörtlich wiedergegeben. Ferner einen Artikel über das neue Reglement derselben N. B. 4, 225, 1748, und eine Liste der Mitglieder

vom Dezember 1739 in B. G. 48, 216, 1740. Über das von der Berliner Akademie veröffentlichte „Jugement concernant une Lettre prétendue de Mr. de LEIBNITZ“ und „Sur la Lettre de Mr. EULER à Mr. MERIAN sur le Jugement“ in dem Streite zwischen MAUPERTUIS und KÖNIG, finden sich Notizen in N. B. 11, 233, 1752. Dazu in N. B. 12, 455, 1753 die Ankündigung von EULER's Dissertatio de principio minimae actionis una cum examine objectionum Cl. Prof. KÖNIGII contra hoc principuum factorum, Berlin 1753.

Von den zahlreichen Ankündignngen neu erscheinender Bücher wollen wir nur weniges erwähnen: B. G. 28, 137, a. 1734, heißt es aus Leipzig: „On dit que M. BERNOULLI qui vient de quitter Pétersbourg a entre les mains la correspondance entière de M. son Père, Professeur à Bâle, avec feu M. DE LEIBNITZ“ [1]). Im J. l. 2, 1743 wird aus Lausanne gemeldet, die Werke JOH. BERNOULLI's sollen in 5 Bänden 4⁰ herausgegeben werden. B. G. 29, 185, a. 1734, enthält aus Nürnberg eine Invitatio ad Commercium Litterarium in Rei Astronomicae incrementum, von ADELBULNER. Aus Tübingen wird N. B. 12, 450, 1753 angekündigt CLEMM, Lettre à M. EULER sur quelques Paradoxes du Calcul analytique. 36 S. — In N. B. 22, 449, 1758 wird der erste Band der Nova Acta physica-medica Academiae Leopoldino-Carolinae Nürnberg 1757 angezeigt. EULERS Opuscula III, 1751, werden angekündigt N. B. 8, 459, 1751.

Schlußwort. Die vorstehenden Blätter haben wohl zur Genüge erwiesen, daß die „Bibliothèque Germanique“ mit ihren beiden Fortsetzungen eine ergiebige Fundgrube für die Geschichte der Mathematik im XVIII. Jahrhundert genannt werden darf. Von ähnlichen allgemein-wissenschaftlichen Zeitschriften seien hier genannt: die Acta Eruditorum und die Nova Acta Eruditorum, das Journal Helvétique, das Journal des Savans, die Mémoires de Trevoux, die Neuen Leipziger gelehrten Zeitungen, die Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen, die Allgemeine deutsche Bibliothek, das Journal encyclopédique, das Hamburgische Magazin, das Neue Hamburgische Magazin, die Bibliothèque Impartiale, die Jenaer Allgemeine Literaturzeitung und die Monthly Review. Eine Durchforschung derselben ist für den Historiker der Mathematik unentbehrlich.

1) Siehe M. CANTOR, Vorl. (2) III, 507, die Vermutungen über den Herausgeber des Commercium.



Slide Rules with „Runners“

by FLORIAN CAJORI (Colorado Springs, Colorado U. S. A.).

In the Enzyklopädie der Mathematischen Wissenchaften, erster Band, Seite 1055, we read as follows: „Bis auf die, allerdings wesentliche Anbringung eines ‚Läufers‘ (curseur) . . . durch A. MANNHEIM (gegen 1850), welcher zum Festhalten irgend eines Punktes einer Skala und zum Aufsuchen entsprechender Punkte auf parallelen Skalen dient, war damit in der Hauptsache die endgültige Form erreicht.“ This passage expresses the idea which has prevoiled relating to the invention and the time of the introduction of the „Läufer“ or „runner“ as a part of the ordinary slide rule. It was pointed out, soon after the appearance of the article from which we have just quoted, that MANNHEIM cannot be regarded as the first inventor of the runner, since this device is described as early as 1837 in a work by PH. MOUZIN which appeared in Paris under the title „Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul, dite règle anglaise ou sliding rule, 3 édition, Paris, 1837.“ [1])

While it is doubtless true that MANNHEIM is the first designer of a slide rule with a runner attachment, whose instrument has met with widespread adoption in Europe and America, it is to be noted that both MANNHEIM and MOUZIN were anticipated in the invention of the „runner“ by the English. It is the purpose of this paper to point out that the first suggestion of the use of the „runner“ was made in the seventeenth century, that several English writers of the eigteenth century described the runner, but that the device did not meet with popular favor and in the first half of the nineteenth century came to be completely forgotten in England.

It is of no small moment, that Sir ISAAC NEWTON, at one time, interested himself in the slide rule and that he outlined a method of solving numerical equations by a slide rule of special design, which embodied

1) Zeitschr. für Mathematik u. Physik, Bd. 48 (1903), S. 134.



the use of the runner [1]). The following is a translation of an extract from a letter of OLDENBURG to LEIBNIZ, dated June 24, 1675: [2])

Mr. NEWTON (fortunately I am am able to quote from his letters on this point) with the help of logarithms graduated upon scales by placing them parallel at equal distances or with the help of concentric circles graduated in the same way, finds the roots of equations. Three rules suffice for cubics, four for biquadratics. In the arrangement of these rules, all the respective coefficients lie in the same straight line. From a point of which line, as for removed from the first rule as the graduated scales are from one another, in turn, a straight line is drawn over them, so as to agree with the conditions conforming with the nature of the equation; in one of these rules is given the pure power of the required root. Indeed we would gladly know whether you, most learned man, and our own NEWTON have lighted upon the same device."

In replying to OLDENBURG, about a mouth later, LEIBNITZ expressed himself as follows: „The method of the celebrated NEWTON, of finding the roots of an equation, differs from mine. For I do not see in mine what either logarithms or concentric circles contribute. And yet, since I see that the subject is not displeasing to you, I will try to think it out and will let you know as soon as I have sufficient leisure."

If our interpretation of the passage from OLDENBURG is correct, it means, in case of a cubic equation $x^3+ax^2+bx = c$, that three rules

1) See my History of the Logarithmic Slide Rule and Allied Instruments, New York 1909, Engineering News Publishing Co.

2) LEIBNIZENS mathematische Schriften, herausg. v. C. I. GERHARDT, 1. Abt., Band I, Berlin 149, p. 78: „DN. NEWTONUS (ut hoc ex occasione literarum suarum addam) beneficio Logarithmorum graduatorum in scalis παραλλήλως locandis ad distantias aequales, vel Circulorum Concentricorum eo modo graduatorum adminiculo, invenit aequationum radices. Tres Regulae rem conficiunt pro Cubicis; quatuor, pro Biquadraticis: In harum dispositione, respectivae coefficientes omnes jacent in eadem linea recta, a cujus puncto, tam remoto a regula prima, ac graduatae scalae sunt ab invicem, linea recta iis super extenditur, uno cum praescriptis consentaneis genio aequationis, qua in regularum una potestas pura datur radicis quaesitae. Lubentes equidem cognosceremus, num Tu, Vir Doctissime, et NEWTONUS noster in artificium idem incideritis." This Latin passage is given also in NEWTON'S works. See ISAACI NEWTONI OPERa (Ed. S. MORSLEY), Tom. IV., Londini 1782, p. 520, but the wording is slightly different there. On page 80 of the volume of LEIBNIZ which we have just quote is given LEIBNIZ's reply to OLDENBURG, containing the following paragraph:

„Methodum Celeberrimi NEUTONI, radices Aequationum inveniendi per Instrumentum, credo differre a mea. Neque enim video in mea quid aut Logarithmi aut Circuli Concentrici conferant. Quoniam tamen rem vobis non ingratam video; conabor absolvere, ac tibi communicare, quamprimum otii sat erit."

A, B, D, (Fig. 1) logarithmically graduated, must be placed parallel and equidistant. On rule A find the number equal to the numerical value |a| of the coefficient a of the equation; on rule B find |b|, and on rule D find 1. Then arrange these three numbers on the rules in a straigth line BD. Select the point E on this line, so that EB = BA. Through E pass a line ED′ and turn is about E until the numbers at B′, A′ and D′, with their proper algebraic signs attached, are seen to be together equal to the absolute term c. Then the number on the scale at D′ is equal to $|x^3|$, and x can be found. We are not aware that rules of this type we actually constructed and used in the solution of numerical equations. But it is readily that the pratical operation of this scheme whould call for the use of a device which would make it possible to read the numbers B′, A′ D′ on the scales, which lie at the places where the line ED′ crosses the scales. Such a device would sulfil the functions of what is now called the runner.

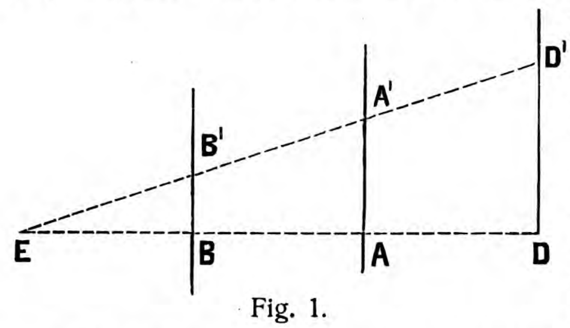


Fig. 1.

We must, therefore, look upon NEWTON as the first to have thought of such an attachement to the slide rule.

NEWTONS mode of solving equations mechanically is explained more fully and with some modifications rendering the process more practical, by E. STONE in the second edition of his New Mathematical Dictionary, London, 1734, in an article at the very end of the book and bearing the heading „To be added to the Head of **Roots of Equations.“** STONE assumes that the equation to be solved is transformed so that all its coefficients are positive. All rules are of the same length, but differently graduated, the first rule having the single radius 1, 2, 3, . . . , 10, the recond rule having the double radius 1, 2, . . . , 9, 1, 2, . . . , 10, and so on for the other rules. Whith this mode of graduation, the straight line toking the position of the „runner“ would not be inclined to the rules, in the same way, as is ED′ in Fig. 1, but it would be at right angles tho the rules. The exact words used by STONE, in describing what we call the runner, are as follows: [1])

„Take as many GUNTERS Lines (upon narrow Rules) all of the same Length, sliding in Dove-tail Cavities, made in a broad oblong Piece of

1) In my History of the Logarithmic Slide Rule, New York 1909, STONE's article is copied in full.



Wood, or Metal; as the Equation whose Roots you want the Dimensions of, having a Slider carrying a Thread or Hair backward or forwards at right Angles over allthese Lines."

This „Slider carrying a Thread" is evidently a „runner".

The third time that we have encountered the use of the runner is in a modification of GUNTERS scale, for the purposes of navigation, effected by JOHN ROBERTSON, an account of wich was published after his death by his friend, WILLIAM MOUNTAINE, in a booklet bearing the title A Description of the Lines drawn on GUNTERS Scale, as improved by Mr. JOHN ROBERTSON, London 1778. ROBERTSON's improved GUNTERS were really slide rules and were mechanically executed under his own inspection by Messrs. NAIRNE and BLUNT, who were mathematical instrument makers in Cornhill, London. Each rule was made 30 inches long, 2 inches broad, and about half an inch thick." On one face of the instrument were twelve logarithmic lines, nine of them fixed and three of them sliding. A contrivance, named the „index", now called a runner, is described in the following passage (p. 3):

„Along this Face an Index or thin Piece of Brass, about an Inch broad, is contrived to slide, which going across the Edge of the Scale at right Angles thereto, will shew on the everal Lines the Divisions which are opposite to one another; although the Lines are not contiguous."

Infortunately no diagram of the instrument is given. As for as we know, it is the earliest design of a slide rule with the „runner" attachment, that was actually constructed and placed on the market. There is nothing to indicate that it enjoyed an extensive sale. On ship board, the old GUNTERS scale, which had no sliding parts, and required the use of compasses for the transference of distances from one part of the scale to another, continued to be the instrument in regular use. And yet, it appears that ROBERTSONS general idea, which he he carried out in his modification of GUNTER's scale for navigation, was not altogether lost sight of in England at the beginning of the new century, as is evident from the title of the following book by Dr. ANDREW MACKAY: „The Description and Use of the SLIDING GUNTER in Navigation, Leith, 1812". We have not yet had the opportunity to see this book, the first edition of which appeared in 1802. The earliest use of the term „Sliding Gunter", known to us, is in „The Description and Explanation of Mathematical Instruments . . . by THO. TUTTELL, Mathematical Instrument-maker to the King's most Excellent Majesty . . . , London, 1701", but the diagram of the instrument does not show a runner.

Probably the most able and thorough student of the slide rule problem, during the eighteenth century, was WILLIAM NICHOLSON, the well-known



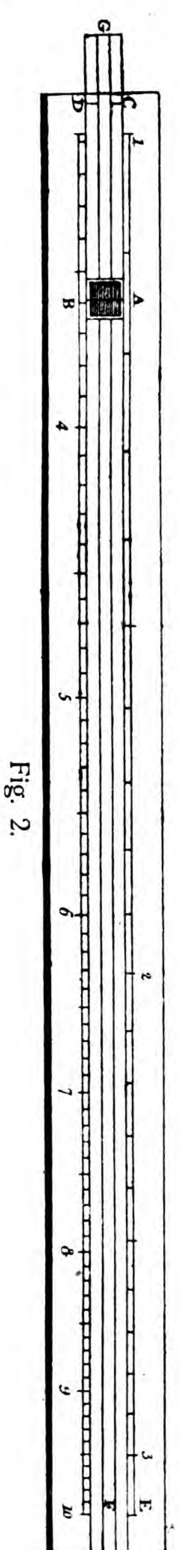


Fig. 2.

editor of Nicholson's Journal. He prepared an article [1]), in which different types of rules are described and the important problem is taken up, to increase the accuracy of the slide rule without increasing the dimensions of the instrument. We shall not attempt to describe the different designs. We only refer to one type, which was, in the language of NICHOLSON, „equivalent to that of 1/2 inches in length, publisshed by the late Mr. ROBERTSON. It is, however, but 1/4 of the length and contains only 1/4 of the quantity of division". Our Fig. 2 is taken from the Philosophical Transactions and shows this rule. It will be seen that the morable piece AB is a runner. NICHOLSON explains that in the slider GH „is a morable piece AB, across which a fine line is drawn; and there are also lines CD, EF drawn across the slider at a distance from each other equal to the length of the rule." In using the instrument, „the line CD or EF is to be placed at the consequent, and the line in the piece AB at the antecedent; then, if the piece AB be placed at any other antecedent, the same line CD or EF will indicate its consequent in the same ratio taken the same way; that is, if the antecedent and the consequent lie on the same side of the slider, all other antecedents and consequents in that ratio will lie in the same manner, and the contrary if they do not, etc."

NICHOLSON's remarkable article received very little attention. We have not been able to learn that any of his rules were actually constructed and sold. Ten years later he wrote an article containing still further studies on the design of slide rules [2]), in which he took occasion to remark that the method he explained in 1787 of extending the range of the slide rule, he „still considers less generally known than its utility may perhaps claim." In NICHOLSON's designs of 1797 the runner again appears. But his work of 1797 met with no more appreciation than did that of 1787. Significant is the remark of the English astronomer PEARSON who, about this time, explained what could be done by inverting the slider, and then added that he entertained no hope that his suggestion

1) Philosophical Transactions (London), 1787, Pt. II, 246-252.

2) NICHOLSON's Journal, Vol. I, 1802, p. 372—375, reprinted from issue of 1797.

would be adopted in practice, for mechanics do not like innovations, as is evident from the fact that twenty of the old fashioned COGGESHALL'S rules are sold to every one of the more recent and improved designs.

We have seen that the use of the runner was suggested by NEWTON STONE and NICHOLSON, also that ROBERTSON actually had constructed slide rules with runner. Nevertheless this ingenious invention failed to meet with appreciation to such a degree, that in 1842 so alert a writer as Professor AUGUSTUS DE MORGAN wrote an extended article on the slide rule for the Penny Cyclopaedia, and yet did not once refer to the runner. In the latter half of the nineteenth century the English were slower in introducing slide rules with runners than were the other leading nationalities in Europe.

Le système des sphères homocentriques comme origine du système des épicycles.

Par PAUL MANSION (Gand).

1. Objet de la présente note.

Il y a eu dans l'ancienne astronomie, celle qui ramène tous les mouvements célestes à la combinaison d'un nombre fini de mouvements circulaires, deux systèmes vraiment scientifiques, celui des sphères homocentriques d'EUDOXE, de CALLIPPE et d'ARISTOTE, et celui des épicycles d'HIPPARQUE et de PTOLÉMÉE, que l'on retrouve, chez COPERNIC et TYCHO BRAHÉ, sous forme héliocentrique ou héliogéocentrique.

Quelle relation existe-t-il entre ces deux systèmes? Aucune en apparence. Car, dans le système d'EUDOXE, on admet que chaque planète reste à une distance fixe de la terre; dans celui d'HIPPARQUE, on suppose que cette distance change, et avec raison, puisque l'on explique ainsi les variations d'éclat de Vénus et de Mars et les changements du diamètre apparent du Soleil et de la Lune, qui sont inexplicables dans le système d'EUDOXE.

Mais à un autre point de vue, le système des sphères homocentriques est bien plus proche de celui des épicycles qu'il ne parait au premier abord. Il a pour but d'expliquer par des combinaisons de mouvements de sphères les stations et rétrogradations des planètes. Or à ce point de vue purement géométrique, le système d'EUDOXE est, au fond, un système d'épicycles sur une sphère et, par suite, il a pu être le point de départ qui a conduit APOLLONIUS ou HIPPARQUE au système d'épicycles que l'on trouve dans l'Almageste.

La présente note a pour objet de montrer, non qu'il en a été réellement ainsi, — les documents manquent sans doute pour cela et nous n'avons d'ailleurs pas le loisir de les chercher maintenant — mais qu'il a pu en être ainsi. C'est une simple conjecture que nous soumettons à ceux qui s'occupent de l'histoire de l'ancienne astronomie, à G. V. SCHIAPARELLI en particulier, le maître illustre qui a ressuscité, il y a trente-cinq ans, le système des sphères homocentriques et à qui l'on doit tant

d'études pénétrantes sur le passé de cette science à laquelle il a lui-même ajouté une page à jamais célèbre sur les étoiles filantes.

2. Le théorème de Möbius et la théorie des épicycles dans la plan et sur la sphère.

A. Möbius a énoncé, sans le démontrer, dans la préface de ses Elemente der Mechanik des Himmels (1843; voir p. 4 du t. IV de ses oeuvres, Leipzig, Hirzel 1887), ce théorème que le mouvement d'un point quelconque dans un plan peut se ramener à un nombre infini de mouvements circulaires. La démonstration est aisée au moyen des séries de Fourier comme Möbius le remarque et comme nous l'avons montré en détail dans une note sur le mouvement Képlerien (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1901, XXX, 1ere partie, pp. 71—75). D'après ce théorème de Möbius, ce mouvement Képlerien revient à la combinaison d'un nombre infini de mouvements circulaires; c'est pourquoi Kepler a véritablement inauguré l'astronomie moderne, puisque sa découverte du mouvement elliptique des planètes équivaut d'un seul coup à une infinité de perfectionnements du système des épicycles.

La démonstration du théorème de Möbius s'étend d'elle-même du plan à la sphère, mais on peut aussi le démontrer pour une trajectoire sphérique en le déduisant du même théorème pour la projection stéréographique plane de cette trajectoire sphérique.

B. Nous avons fait remarquer (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1906, XXX, 1ere partie, p. 115) que les anciens ont pu trouver une proposition pratiquement équivalente au théorème de Möbius, soit pour un mouvement plan, soit pour un mouvement sphérique, soit pour une trajectoire fermée quelconque, de la manière suivante:

Considérons, par exemple, la trajectoire (S) à peu près circulaire d'un astre S autour d'un repère T dit immobile. Traçons un cercle (s) de centre T qui se rapproche le plus possible de (S). Supposons que S parcoure (S) d'un mouvement presque uniforme et que s parcoure (s) d'un mouvement uniforme, la différence sS des vecteurs TS, Ts étant toujours assez faible, par hypothèse.

Construisons autour d'un point S′ une trajectoire (S′) dont les vecteurs émanant de S′ soient égaux aux vecteurs sS. Le mouvement de S sur (S) sera très bien représenté (représenter = faire connaître complètement) par celui de s sur (s) plus celui de S′ sur (S′).

On pourra faire sur la seconde trajectoire (S′) la même décomposition que sur (S) et continuer ainsi jusqu'à ce que l'on arrive à une dernière

trajectoire de rayon vecteur si petit qu'elle se confonde pratiquement avec un point. Le mouvement de S sur (S) sera donc remplacé par une suite de mouvements circulaires uniformes.

3. Le système des sphères homocentriques est un système d'épicycles sur la sphère.

La chose est presque évidente. EUDOXE, dit SCHIAPARELLI, dans le § II de son célèbre Mémoire de 1874 sur les sphères homocentriques, admet que chaque corps céleste A est entraîné dans un mouvement circulaire par une sphère de centre O animée d'un mouvement de rotation uniforme autour le deux pôles P, P'; l'astre est situé en un point de l'équateur de cette sphère. Pour expliquer les changements de vitesse, les stations et rétrogradations des planètes, EUDOXE fait tourner P, P' uniformément autour de l'axe d'une seconde sphère homocentrique à la première et dont les pôles sont Q, Q'; de même Q, Q' tournent uniformément autour d'une troisième sphère homocentrique aux précédentes et de pôles R, R', puis R, R' uniformément aussi autour de l'axe d'une quatrième sphère de centre O et de pôles S, S'. Pour le Soleil et la Lune, EUDOXE n'emploie que trois sphères; plus tard, on leur en attribue cinq ainsi qu'à Mars, Vènus et Mercure.

Projetons du centre O les pôles Q, Q', R, R', S, S' sur la premiere sphère en q, q', r, r', s, s'. Le mouvement de l'astre A, *considéré sur la première sphère*, sera celui d'un point autour du centre P, lequel se meut sur un cercle de centre sphérique q, de rayon sphérique qP; ce centre q se meut lui-même sur un cercle de centre r, de rayon rq; enfin le centre r se meut sur un cercle de centre s de rayon sr. Donc, *le mouvement de A est un mouvement sur un système d'épicycles sphèriques.*

4. Passage au système d'épicycles dans le plan ou dans l'espace.

En prenant quelques précautions de plus que dans le cas d'épicycles plans, on peut échanger entreeux le rôle des différents cercles de manière à faire porter les plus petits par les plus grands.

Si la trajectoire de l'astre considéré est presque plane, en projetant stéréographiquenent tous les cercles considérés sur le plan dont la trajectoire se rapproche le plus, ou obtiendra des épicycles plans. Si la représentation du mouvement n'est plus assez approchée, on sera amené à introduire dans le plan, *ou en dehors*, un ou plusieurs épicycles plans de plus, ce qui ne présente pas de difficulté, une fois que l'on est en possession du principe général de la théorie des épicycles.



On pourra admettre que les astronomes anciens ont ainsi passé du système d'EUDOXE à celui d'HIPPARQUE, ou auparavant à celui d'HÉRACLIDE DU PONT et à celui d'ARISTARQUE DE SAMOS (dans lesquels le Soleil ou la Terre étaient centres d'un épicycle), s'ils ont connu la projection stéréographique avant PTOLÉMÉE.

A propos du ΦΙΛΟΤΕΧΝΗΣ de JORDANUS DE NEMORE,

par PIERRE DUHEM (Bordeaux).

Il y a quelques années, nous avons[1]) attiré l'attention des mathématiciens érudits sur le fait suivant: Les Elementa Jordani super demonstrationem ponderis citent à deux reprises, sous le nom de Philotechnes (*Φιλοτέχνης,* l'ami de l'art) un traité de Géométrie dont l' auteur semble bien revendiquer la paternité.

„La première mention" de ce Philotechnes, disions nous alors, „se trouve vers la fin de la démonstration de cette proposition, qui est la seconde du traité: „Cum equilibris fuerit positio equalis, equis ponderibus appensis ab equalitate non decedet et, si ab equidistantia separetur, ad equalitatis situm reverteretur. Jordanus, invoquant une propriété très simple de deux arcs de cercle, la justifie par ces seuls mots: Sicut declaratum est in Philotechne

„Cette mention fait partie du texte du XIII. siècle (Codex Mazarineus 3642) qui orthographie Filotegni. La copie de ce même texte faite au XVI. siècle et contenue dans le ms. 16649 (latin) de la Bibliothèque Nationale écrit Philotegne. ARNAUD DE BRUXELLES [ms. 10252 (latin) de la Bibliothèque Nationale] copie Filotegni, tandis que le ms. 11247 (latin) de la Bibliothèque Nationale adopte la même orthographe: Filotegne que le texte du XIII. siècle.

„La seconde mention du Philotechnes se trouve au cours de la démonstration de la quatrième proposition, qui est ainsi énoncée: Si brachia libre fuerint inequalia, equalibus appensis ex parte longiori nutum faciet. Ici encore, à propos d'une propriété très simple de deux arcs de cercle, JORDANUS écrit: Sicut declaravimus in Philotechne.

„La proposition où se trouve cette seconde mention manque au fragment du XIII. siècle que conserve le Codex Mazarineus et, partant à la copie de ce fragment que conserve le ms. 16649 (latin) de la Biblio-

1) Un ouvrage perdu cité par JORDANUS DE NEMORE: le Philotechnes. (Bibliotheca Mathematica, 3. Folge Bd. V. pp. 321—328; 1905).



thèque Nationale. Tous nos autres manuscrits renferment le renvoi que nous venons de citer au Filotegni ou au Filotequi.

„Ces citations semblent prouver qu'il existait au XIII. siècе un traité de Géométrie, sans doute de Géométrie pratique, intitulé Philotechnes (*Φιλοτέχνης,* l'ami de l'art). La seconde citation: Sicut demonstravimus in Philotechne paraît indiquer que JORDANUS en revendiquait la paternité.

„On peut espérer que Philotechnes n'est point perdu: qu'il est représenté par quelqu'une des nombreuses Practica geometriae dont on possède le texte manuscrit. Les deux renvois insérés par JORDANUS en son traité de Statique faciliteront une identification précise de cet écrit".

Or cette identification, nous pensons être, aujourd'hui, en état de la donner; nous venons d'étudier, au ms. 7378 A (latin) de la Bibliothèque Nationale, le texte du Liber de triangulis Jordani, et nous croyons pouvoir affirmer que cet ouvrage est précisément le Philotechnes invoqué par les Elementa Jordani super demonstrationem ponderis; nous trouvons, en effet, au Liber de triangulis, les deux propositions pour la démonstration desquelles les Elementa super demonstrationem ponderis renvoyaient au Philotechnes.

La propriété géométrique à la suite de laquelle se trouvent ces mots: Sicut declaratum est in Filotegni est celle que le Liber de triangulis formule en ces termes: Si 3 linee in circulo equidistantes equales inter se arcus comprehendant, maxime ad mediam major erit distantia et majorem cum ea circuli partem comprehendet; au texte que nous avons étudié, cette proposition est la trente-troisième.

Aux Elementa super rationem ponderis, les mots: Sicut demonstravimus in Filotegni suivent une conclusion qui découle de cette proposition du Liber de triangulis: Si linee equales in circulis inequalibus arcus resecent, de majori minorem et minori majorem resecabunt; cette proposition est la trente-cinquième du texte que nous avons eu en mains.

Ces deux rapprochements paraissent bien établir notre conclusion: Le Philotechnes, c'est le Liber Jordani de triangulis.

La vraisemblance de cette conclusion est encore accrue par la clarté qu'elle projette sur quelques points obscurs.

En un manuscrit du XIV. siècle, le Codex Reginensis lat. 1261, M. AXEL ANTHON BJÖNBO a signalé [1]) un court fragment contenant l'énoncé

1) AXEL ANTHON BJÖRNBO, Studien über Menelaos' Sphärik. Beiträge zur Geschichte der Sphärik und Trigonometrie der Griechen. (Abhandlungen zur Geschichte der mathemathischen Wissenschaften, Bd. XIV, 1902; p. 148).



et la démonstration de la célèbre proposition de HÉRON d'ALEXANDRIE sur l'évaluation de l'aire du triangle en fonction des côtés. Or, en marge de cette proposition, le copiste a mis cette annotation: *Haec est pars phylotegni et debet ei subjungi*. Si le *Philotechnes* n'est autre que le *Liber de triangulis*, cette annotation touchant une proposition relative à l'aire du triangle semble fort naturelle.

Il est probable qu'en certains manuscrits, la proposition de HÉRON d'ALEXANDRIE était, en effet, jointe au *Liber de triangulis Jordani*; ainsi se résoudrait une difficulté que CHASLES a signalée. En effet, à propos de JORDANUS, CHASLES écrit ceci [1]:

„RAMUS [2] lui attribue la démonstration de l'élégante formule pour l'aire du triangle en fonction des côtés. Nous ne savons dans quel ouvrage JORDAN l'a donnée; M. VENTURI ne l'a pas trouvée dans le traité *De triangulis*. Cette démonstration est la même que celle que LÉONARD DE PISE a donné dans le même siècle dans sa Géométrie pratique".

Il est fort possible que RAMUS ait eu en mains un *Liber de triangulis* complété par l'addition de la règle de HÉRON d'ALEXANDRIE; il aurait tout naturellement alors attribué cette règle à JORDANUS.

Notre conclusion entraîne encore d'autres corollaires.

L'auteur des *Elementa super demonstrationem ponderis* écrit cette phrase: *Sicut demonstravimus in Filotegni*. Il s'identifie donc lui même à l'auteur du *Philotechnes* ou, en d'autres termes, du *Liber de triangulis*. Or, d'une manière constante, le *Liber de triangulis* est donné comme de JORDANUS. Il faut donc attribuer aussi à JORDANUS le traité de Statique où nous avons relevé deux allusions au *Philotechnes*.

Or cette conséquence est importante.

En effet, les manuscrits divers donnent comme œuvres de JORDANUS trois *Tractatus de ponderibus* bien distincts les uns des autres. Aux Chapitres VI et VII de nos *Origines de la Statique*, nous avons étudié ces divers textes et nous avons été amenés à regarder l'un d'eux comme antérieur aux deux autres, dont l'un conmente et dont l'autre réfute cet écrit plus ancien; cet écrit est précisement celui qui contient les deux renvois au *Philotechnes*. C'est cet écrit primitif que nous avions regardé comme devant être attribué à JORDANUS DE NEMORE; ce que nous venons de dire confirme notre induction.

Ce titre de *Philotechnes* n'a pu être choisi, semble-t-il, que par un géomètre qui entendît grec.

---

1) MICHEL CHASLES, *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie* (Bruxelles 1837), p. 517.

2) RAMUS, *Scholae Mathematicae*, à la suite du livre XXXI.



On peut relever, dans les écrits de JORDANUS, d'autres indices qui paraissent révéler, chez l'auteur, la connaissance de la langue grecque.

Ainsi, au traité De ponderibus, nous trouvons l'adverbe orthogonaliter en la démonstration de la huitième proposition et en l'énoncé de la neuvième, tandis qu'en d'autres passages, ce mot d'origine grecque est remplacé par le mot latin perpendiculariter.

Au Liber de triangulis, les mots d'origine grecque sont assez nombreux; nons trouvons: triangulus orthogonius (prop. 63), in orthogonio vel ambligonio (prop. 5); non seulement l'auteur y parle de poligonium (propp. 51 et 52) et d' eptagonium (prop. 62), mais, chose bien digne de remarque, il lui arrive de remplacer le mot triangulus par le mot trigonium (prop. 30).

Les anciens manuscrits écrivent tous in Filotequi ou in Filotegni; c'est seulement en une copie faite an XVI. siècle que nous trouvons l'orthographe in Philotechne; il y a donc lieu de penser que la première de ces orthographes est celle même de JORDANUS; nous serions donc ainsi conduits à cette conclusion: Non seulement JORDANUS entendait la langue grecque, mais encore, selon la prononciation moderne, il donnait à l' η le son d' un i.

En nos recherches sur les Origines de la Statique, nous avions déjà indiqué [1]) cette conclusion ainsi qu'un corollaire que l'on en peut déduire et sur lequel nous voulons appeller l' attention.

Les Elementa Jordani super demonstrationem ponderis sont presque toujours suivis de quatre propositions sur la balance romaine, que l' on trouve aussi isolées sous ce titre: De canonio.

En nos Origines de la Statique, nous avons étudié avec grand soin ce traité De canonio. C'est, avons nous dit, un ouvrage d'origine grecque, le même que THABIT IBN KURRAH a commenté; il serait l'œuvre d'une géomètre du nom de CHARISTION, et celui-ci serait le personnage auquel PHILON DE BYZANCE dédiait la plupart de ses écrits.

La soudure que la plupart de ces manuscrits pratiquent entre les Elementa Jordani et le fragment De canonio est fort naturelle; reprenant une œuvre analogue à celle que THABIT IBN KURRAH avait accomplie de son côté, JORDANUS paraît s'être proposé d' écrire une introduction à ce fragment.

Le traité De canonio conserve, comme nous l'avons signalé [2]), un certain nombre de mots d'origine grecque, tels que canonium, epipedum, apodixis; un triangle s'y nomme non pas triangulus, mais

1) Les origines de la Statique, t. I, p. 117.
2) Les origines de la Statique, t. I, p. 95.



trigonium. D'autre part, les lettres qui servent à noter les divers points des figures s'y succèdent dans l'ordre que voici:

a, b, g, d, e, z, i, t.

C' est l'ordre de l' alphabet grec où l'η, conformément à la prononciation moderne, est remplacé par un i.

Il semble donc que JORDANUS et le traducteur *De canonio* prononçassent et traduissent les mots grecs de la même manière. JORDANUS, qui a composé une introduction au *De canonio*, n' était-il pas le traducteur de cet écrit? C' est une hypothèse qui s' était déjà présentée à notre esprit[1]); ce que nous venons de dire sur l'identification du *Philotechnes* ne peut que la corroborer.

---

1) *Les origines de la Statique*, t. I, p. 117

Die mittelalterlichen lateinischen Übersetzungen aus dem Griechischen auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften.

Von AXEL ANTHON BJÖRNBO (Kopenhagen).

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die griechische wissenschaftliche Literatur dem Occident hauptsächlich durch Übersetzungen aus dem Arabischen bekannt wurde. Was die direkten Übersetzungen aus dem Griechischen betrifft, so kennt man deren sehr wenige von der Zeit vor der Renaissance, und während die Übersetzungen aus dem Arabischen von WÜSTENFELD [1]) und neulich von MORITZ STEINSCHNEIDER [2]) zusammengestellt worden sind, so hat man es noch nicht versucht, einen Überblick über diejenigen zu gewinnen, welche der Ursprache direkt entnommen worden sind. Auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften sind wir indessen verhältnismäßig gut daran, weil HEIBERG während seiner umfangreichen Wirksamkeit als Herausgeber der griechischen Mathematiker gelegentlich die lateinischen Übersetzungen berücksichtigt hat, auch dann, wenn der Urtext noch vorhanden war. Die gegenwärtige Zusammenstellung beruht deshalb zum größten Teil auf gedruckten oder mündlichen Mitteilungen HEIBERGS. Einige Übersetzungen sind aber erst zum Vorschein gekommen oder festgestellt worden durch die von mir in Angriff genommene Durchmusterung der lateinischen Handschriften des Mittelalters, so namentlich eine bisher ganz unbekannte Übersetzung von PTOLEMAIOS' Syntaxis, ferner dessen Tetrabiblos und THEONS astronomische Handtafeln (oder ein denselben ganz nahestehendes Werk), welche STEINSCHNEIDER gekannt hat, ohne zu wissen, daß sie dem Griechischen entnommen waren.

Im ganzen ist die Anzahl der direkten Übersetzungen vor dem Jahre 1400 — und länger hinauf dürfen wir nicht gehen — gering; wenn alles zusammengebracht wird, ist sie jedoch so groß, daß man sich wohl zunächst darüber wundern wird, daß s o v i e l dagewesen ist. Man muß

1) F. WÜSTENFELD, Die Übersetzungen Arabischer Werke in das Lateinische, Göttg. 1877 (Abh. d. kgl. Ges. d. W. z. Göttg. 22).

2) M. STEINSCHNEIDER, Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen, Wien 1904—5 (Sitzungsberichte der k. Akad. d. W. in Wien. Phil.-hist. Klasse. Bd. 149 & 151).



aber erinnern, daß die direkten Übersetzungen öfters nur in ganz wenigen Abschriften, oder gar in einer einzigen Handschrift vorliegen, während die aus dem Arabischem geflossenen meistens in zahlreichen Abschriften verbreitet sind. Die Übersetzungen aus dem Arabischen bildeten offenbar die Hauptquelle für die Universitäten und Schulen des Occidents, während die direkten Übersetzungen ein hauptsächlich lokales (süditalienisches) Gelehrtenprodukt waren, welches praktisch eine ganz untergeordnete Rolle spielte. Nur die alte direkte EUKLID-Übersetzung, welche von HEIBERG nachgewiesen ist, hat eine nicht zu unterschätzende Bedeutung gehabt, und zwar dadurch, daß sie die älteste Übersetzung aus dem Arabischen (durch ATHELARD VON BATH) beeinflußte. Auf diese Weise kam es, daß schon im Mittelalter unter den mathematischen Fachwörtern verhältnismäßig viele griechische Lehnwörter da waren. Hätten die anderen direkten Übersetzungen, die wir kennen, eine weitere Verbreitung erhalten, so wären die griechischen Lehnwörter noch viel allgemeiner geworden. Das geschah aber schon aus dem Grunde nicht, daß die wichtigsten dieser Werke, PTOLEMAIOS' Syntaxis, sein Tetrabiblos und EUKLIDS Data schon im voraus in mehr oder weniger stark verbreiteten Übersetzungen aus dem Arabischen vorlagen.

Es ist recht sonderbar, daß man die Werke der Griechen in den entstellten, schwer übersetzbaren Rezensionen der „ungläubigen" Araber den genauen Abschriften der byzantinischen und süditalienischen Glaubensgenossen vorzog, um so mehr, da man die Lobpreisungen, womit die Bücher der Araber anfangen und enden, offenbar nur mit Widerwillen wiedergab. Man wußte sich indessen in dieser Verlegenheit zu helfen; entweder ließ man bei der Übersetzung die Vorreden und die Schlußworte aus — so wie es der hervorragendste aller Übersetzer GHERARDO CREMONESE systematisch tut — oder man erklärte wie DANIEL MERLEI, welcher Toledo gleichzeitig mit GHERARDO besuchte (ca. 1180), daß es galt, den Heiden dermaßen auszuplündern, daß wir Gläubigen uns mit Beute von ihnen bereichern; oder man tröstete sich mit einer Verdammung, so wie der Abschreiber des Cod. Reginensis 1285 es tut, wenn er zu den Schlußworten von ABU MAASCHAR'S Astrologie „cum laude dei et eius auxilio" hinzufügt: „et maledictio sit super MAHOMETUM et super socios eius".

Eine Ursache dazu, daß die Übersetzungen aus dem Arabischen bevorzugt wurden, war vielleicht, daß die arabische wissenschaftliche Literatur quantitativ viel reicher war als die griechische; denn außer den Übersetzungen aus dem Griechischen umfaßte sie ja die arabischen Kommentare zu denselben, Übersetzungen aus dem Indischen, sowie die ganze arabische Literatur. Auch in Süditalien und auf Sizilien, wo man leichten



Zutritt zu griechischen Handschriften hatte, wurden viele Werke aus dem Arabischen übersetzt, so z. B. PTOLEMAIOS' Optik. Unwillkürlich griff man nach der reicheren Überlieferung, und zwar, wie es damals zu erwarten war, ohne Kritik zu üben. Daß man prinzipiell eine Übersetzung aus dem Arabischen lieber als eine aus dem Griechischen hatte, ist an sich unwahrscheinlich, und daß dies nicht der Fall gewesen ist, ersieht man schon daraus, daß direkte Übersetzungen von EUKLIDS Daten, von dessen Optik und Katoptrik stark verbreitet waren, obwohl später von den beiden erstgenannten Werken Übersetzungen aus dem Arabischen gemacht wurden. Wenn man den Zeitpunkt für die Herstellung der verschiedenen Übersetzungen genau feststellen könnte, so ließe es sich aller Wahrscheinlichkeit nach beweisen, daß von zweien Übersetzungen desselben Werkes diejenige, welche zuerst nach der wissenschaftlichen Renaissance im 11. und im Anfang des 12. Jahrhunderts erschien, die Herrschaft erwarb und behielt; und so ist es auch am natürlichsten, indem ja handschriftliche Bücher, so lange sie benutzt werden, durch Abschrift immer mehr und mehr verbreitet, während gedruckte Bücher, sobald sie vergriffen sind, immer seltener und seltener werden. Wir erklären uns auf diese Weise, indem wir immer die Kritiklosigkeit der Abschreiber vor Augen haben, daß ATHELARDS EUKLID-Übersetzung die Verbreitung einer jüngeren und besseren des GHERARDO CREMONESE verhinderte; daß die direkte Übersetzung von EUKLIDS Daten sich hielt, während die GHERARDOS bis jetzt noch verschollen bleibt; daß GHERARDOS Übersetzung von PTOLEMAIOS' Syntaxis die ältere direkte Übersetzung bis heute unterdrückte, ja sogar 13 Jahre vor der jüngeren direkten Übersetzung durch GEORG VON TRAPEZUNT zum Druck befördert wurde; ebenso findet man GHERARDO CREMONESES Übersetzung von ARCHIMEDES' Kreismessung, welche aus dem Arabischen im 12. Jahrhundert übersetzt ist, in sehr vielen Abschriften, weshalb WILHELM VON MÖRBEKS direkte Übersetzung vom Jahre 1269 nur in ganz vereinzelten Handschriften vorkommt. Mit anderen Worten: der Zufall und die Gesetze des Zufalles herrschten, und so wie die Regeln für die Verbreitung der Literatur damals waren, wurde die Priorität bestimmend. Die einzelnen direkten Übersetzungen, welche zu rechter Zeit während der Renaissancebewegung unter den Normannen auf Sizilien (in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts) erschienen, wie z. B. EUKLIDS Optik, bewährten sich. Die Übersetzungen aber, die unter der erneuerten Renaissance unter den Hohenstaufen (FRIEDRICH II. und MANFRED) im 13. Jahrhundert erschienen [1], wie z. B. die genannte ARCHIMEDES-Übersetzung vom Jahre 1269, drangen nicht durch, entweder weil die betreffenden Arbeiten schon von GHERARDO CREMONESE übersetzt, oder weil

1) Vgl. HEIBERGS Darstellung in „Studier fra Sprog og Oldtidsforskning" 11: „Et mislykket Renaissancetillöb", Köbenhavn 1892.



sie, wie die anderen durch WILHELM VON MÖRBEK übersetzten Schriften des ARCHIMEDES, zu schwer verständlich waren. Sowohl in der Astronomie wie in der Mathematik dominierten offenbar die Übersetzungen GHERARDOS; nur wenn eine andere ältere Übersetzung da war, stand es auch um die Verbreitung von GHERARDOS Übersetzungen schlecht (EUKLIDS Elemente, THEODOSIOS' Sphärik, AL-FERGANI'S Astronomie).

In der nachfolgenden Zusammenstellung ist eine chronologische Anordnung der Übersetzungen nicht versucht, weil die uns bekannten Abschriften mit wenigen Ausnahmen anonym und undatiert sind. Die ARISTOTELES-Übersetzungen, welche JOURDAIN [1]) eingehend behandelt hat, sowie die ARISTOTELES-Kommentatoren [2]) sind nicht aufgenommen, auch nicht die Übersetzungen des BOËTIUS, welche noch dem Altertum angehören. Die unsicheren Übersetzungen sind mit Petit gedruckt.

Archimedes:

1. *περὶ ἑλίκων,* übers. von WILHELM VON MÖRBEK, datiert „1269 mense febr." Titel: „liber ARCHIMEDIS de quam pluribus theorematis". Text: „Theorematum ad Cononem missorum ✕ th ad terciam partem linee ha". Originalms. des Übersetzers: Cod. Ottobon. 1850, fol. 4ᵛ—9ʳ. Abschrift (14. Jahrh.): Cod. Reg. 1253, fol. 14ʳ—33ʳ. Ausgabe durch HEIBERG in AGMW (Abhandl. z. Ges. d. Math.) 5, S. 11—41.

2. *ἐπιπέδων ἰσοῤῥοπιῶν* 1—2, übers. von demselben, datiert „octavo die maii anni $\overset{i}{x}$ 1269". Titel: „De planis aeque pentibus". Text: „Petimus aequales grauitates aequalibus ✕ ad cubum qui adh, quod est propositum". Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 10ʳ—13ᵛ. Abschrift: Cod. Matrit. Aa. 30, fol. 331ʳ—339ʳ. Ausgabe durch NICCOLÒ TARTAGLIA Venet. 1543.

3. *τετραγωνισμὸς παραβολῆς,* üb. von demselben. Titel: „Quadratura parabolae". Text: „Audiens Cononem quidem mortuum esse ✕ est epytrica trigoni abg". Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 13ᵛ—15ᵛ. Abschrift: Cod. Matrit. Aa. 30, fol. 339ʳ—343ᵛ. Ausgaben durch 1) L. GAURICUS (ARCHIMEDES opp. III, S. XXXIV), Ven. 1503; 2) N. TARTAGLIA, Ven. 1543.

4. *Κύκλου μέτρησις,* üb. von demselben, ohne Titel. Text: „Omnis circulus est aequalis trigono rectangulo ✕ quidem quam septima parte

---

1) CH. JOURDAIN, Recherches critiques sur l'âge et l'origine des traductions latines d'ARISTOTE, Paris 1843.

2) Unter diesen ist namentlich an WILHELM VON MÖRBEKS Übersetzung (vom Jahre 1271) von SIMPLIKIOS' Kommentar zu ARISTOTELES de coelo zu erinnern; über die Abschriften und Ausgaben dieser Übersetzung s. die griechische Textausgabe von HEIBERG, Berl. 1894, Proleg. X—XIII.



maior". Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 15^{v}—16^{r}. Abschrift: Cod. Matrit. Aa. 30, fol. 343^{r}—344^{v}. Ausgaben durch 1) L. GAURICUS (Arch. opp. III, 34), Ven. 1503; 2) N. TARTAGLIA, Ven. 1543; 3) HEIBERG, AGMW 5, S. 41—45.

5. *περὶ σφαίρας καὶ κυλίνδρου* 1—2, üb. von demselben, datiert „29. Sept. 1269". Titel: „de sphaera et cylindro". Text: „Prius quidem misi tibi ex híis ⨯ ?". Orgms Cod. Ottob. 1850, fol. 16^{v}—26^{v}. Vorrede hrsg. von HEIBERG in „Mindre Afhandlinger udg. af det philologisk-historiske Samfund", Köbenhavn 1887, 5—8.

6. *περὶ κωνοειδέων καὶ σφαιροειδέων,* üb. von demselben, datiert „Idib. Nov. 1269". Titel: „de conoidibus". Text: ? ⨯ ? Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 38^{r}—45^{r}. Unediert.

7. *περὶ τῶν ὕδατι ἐφισταμένων,* üb. von demselben, datiert „decima die decembris anno $\overset{i}{\times}$ 1269". Titel: de insidentibus aquae 1—2. Text: „Supponatur humidum habens talem ⨯ humidi faciat angulum minorem angulo f". Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 48^{v}—43^{r}. Abschrift: Cod. Matrit. Aa. 30 344 —352^{r}. Ausgaben durch 1) TARTAGLIA, Ven. 1543 (nur Buch I); 3) CURTIUS, Ven. 1565 (Arch. opp. III, 29ff); 2) COMMANDINUS, Bonon. 1565; 4) HEIBERG (Arch. opp. II, 359—426), Lpz. 1881.

Eutokios:

8. „EUTOCIUS in libros II de sphaera et cylindro", üb. von demselben, datiert „10 Kal. Nov. 1269". Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 27^{r}—37^{r}. Unediert.

9. „Eutocius in libros II de planis aequependentibus", üb. von demselben, datiert „21. Nov. 1269". Orgms. Cod. Ottob. 1850, fol. 46^{r}—48^{r}. Abschrift: Cod. Matrit. Aa. 30, fol. 371^{r}—376^{r}. Unediert.

Euklid 1):

10. *στοιχεῖα*, anonyme Übersetzung gefunden von CURTZE im Cod. Bibl. Univ. Monac. 757 . 2⁰ (Fragment von 2 Blättern aus dem 10. Jahrh.) Hrsg. von CURTZE in ANARITII in elementa EUCLIDIS commentaria, Lips. 1899, proleg. XIV—XXVII. Korrekturen in Bibl. Math. 2_3 (1901), S. 365—366. Vgl. HEIBERG, Paralipomena zu EUKLID, Hermes 38 (1903), S. 354—356. — Figurenbuchstaben werden als Zahlen verstanden und übersetzt.

11. *στοιχεῖα,* anonyme Übersetzung, vielleicht nur Definitionen und Sätze, festgestellt von HEIBERG (Zeitsch. f. Math. u. Ph. 35 (1890), S. 48ff) mit Hilfe von Cod. lat. Monac, 13021 und 560 sowie Cod. Bamb. HJ. IV,

1) Die von STUDEMUND gefundenen EUKLID-Fragmente aus dem 4. Jahrh. (vgl. CANTOR I_2, 526) sind wie die BOETIUS-Übersetzung zu alt, um hier berücksichtigt zu werden.



22, 4° und Cod. Gudian. gr. 21. Titel: verschieden, öfters dem BOETIUS zugeschrieben. Text: „Principium mensure punctum uocatur ⨯ Schluß verschieden. Andere Handschriften: Cod. Paris. 10257, 1ʳ—88ʳ (12. Jahrh.) und Cod. Prag. IX. C. 6, 55ᵛ—60Aʳ (10.—11. Jahrh.), beide ohne Beweise. Fragment (I, 1—15) im Cod. Digb. 98, 78ʳ—85ᵛ (12. Jahrh.), auch ohne Beweise. Unediert.

Diese Übersetzung hat ATHELARD VON BATH benutzt, oder sie ist mit dessen Übersetzung aus dem Arabischen zu dem später von CAMPANUS kommentierten und 1482 von RATDOLT herausgegebenen EUKLID-Text zusammengearbeitet worden. Mit der Übersetzung aus dem Arabischen durch GHERARDO CREMONESE hat sie aber nichts zu tun (vgl. Bibl. Math. 6_3 (1905), S. 242 ff). In den Codd. Paris. 16646 und 16648 (beide vom 13. Jahrh.) und dem Cod. Paris. 7373 (aus dem 15. Jahrh.) finden sich ATHELARD-Übersetzungen, welche von der direkten Übersetzung sehr stark beeinflußt sind.

12. *δεδομένα,* anonyme Übersetzung, undatiert. Titel: „liber de datis magnitudinibus". Text: „Data magnitudine dicuntur et spacia et linee ⨯ datum ergo quod sub a d et e z (Var. e c)". Hss.: Cod. Bodl. Auct. F. 5. 28, 99ʳ—113ʳ (13. Jahrh.); Cod. Paris. 16648, 60ʳ—91ᵛ (13. Jahrh.); Cod. Dresd. Db. 86, 200ʳ—213ʳ (13.—14. Jahrh.). Unediert. Daß die Übersetzung dem Griechischen direkt entnommen ist, beweisen die Lehnwörter Catigmeni (*κατηγμένη*) und Anigmeni (*ἀνηγμένη*) in Deff. 13—14.

13. *ὀπτικά,* anonyme Übersetzung, undatiert (aus dem 12. Jahrh.?). Titel: unsicher, meistens „liber de visu". Text: „(Sup)ponatur ab oculo rectas ductas lineas ferri spatio ⨯ similiter enim demonstrabimus (contingentia, quemadmodum) in circularibus". Zahlreiche Hss. vgl. HEIBERGS Ausgabe dieser Übersetzung (Euclidis Opera VII, 1—121), Proleg. VI—VII & XXXII—XL. — Die andere Übersetzung, welche HEIBERG nennt (Proleg. XL): „Radius egreditur ab oculo ⨯ secundum dispositionem quam diximus et i. e. q. declarare voluimus" ist dem Arabischen entnommen, was schon die Figurenbuchstaben (Fig. 1): a, b, g, d, e, **u** (statt z) beweisen; vgl. Zeitschr. f. Math. u. Ph. 10 (1865), S. 468 ff. u. 13 (1868), S. 47. Vgl. auch Bibl. Math. 3_3 (1902), S. 71.

14. *κατοπτρικά,* anonyme Übersetzung, undatiert (aus dem 13. Jahrh.?). Titel: „(liber) de speculis". Text: „Visum rectam esse, cuius media ⨯ quare in eis stupa posita accendetur." Zahlreiche Hss. vgl. HEIBERGS EUCLIDIS Opera VII, Proleg. LI. Unediert. — Nicht zu verwechseln mi Pseudo-EUCLID, De speculis: „Preparatio speculi in quo uideas ⨯ simul cum omnibus videtur. Et illud est quod declarare voluimus". Vgl. VOGLS Abhandlung mit gegenwärtigem Werke.



HERON:

15. κατοπτρικά, übers. von WILHELM VON MÖRBEK, datiert „ultima die decembris 1269". Titel: „PTOLEMAEUS (!) de speculis". Text: „Duobus sensibus existentibus ✕ speculo iacens in tenebris videtur." Originalms. des Übersetzers: Cod. Ottobon. 1850, fol. 53r—54r. Abschrift (14. Jahrh.): Cod. Amplon. Q. 387, fol. 59v—61v. Ausgaben in 1) „Sphera cum commmentis", Uenetiis, OCT. SCOTUS, 19. Jan. 1518, fol. 250v(230v)—252v(232v); 2) „Sphera mundi nouiter recognita cum commentariis etc.", Uenetijs, LUCAS ANTON. GIUNTA, die ult. Junij 1518, fol. 250v(232v)—252v(234v); 3) in Val. Rose, Anecdota graecolatina II, 315 ff. (vgl. II, 291). Über die beiden älteren, sehr seltenen Ausgaben[1]), die man bisher nicht bemerkt hat, vgl. BONCOMPAGNI, Delle versioni fatte da PLATONE TIBURTINO, Roma 1851, S. 14 & 21—22. — Vgl. auch VAL. ROSE in Deutsche Littzt. 1884, 210—213 und HEIBERG in AGMW 5, S. 4—5.

PTOLEMAIOS:

16. περὶ ἀναλήμματος, übers. von demselben, Schluß 1269 oder Anfang 1270. Titel: „liber de analemmate". Text: „Consideranti mihi, o Syre ✕ et canones ita (Canon mit Titel:) Cancri principium horarum 13". Originalms.: Cod. Ottob. 1850, fol. 55r—67r. Ausgaben durch 1) COMMANDINUS, Romae 1562; 2) HEIBERG in AGMW 7 (1895), S. 1 ff. Vgl. auch AGMW 5, S. 4—5.

17. τετράβιβλος, anonyme Übersetzung, undatiert. Titel: „libri iudicialium CLAUDIJ PTOLOMEI 4". Text: „Jis qui instituunt per astronomiam pronosticum ✕ summatim, unum utique habebit huic tractatui conueniente * * *[2]) tempore finem." Originalms. oder Abschrift im Cod. Digb. 179 (14. Jahrh.), fol. 171r—208v. Daß eine direkte Übersetzung vorliegt, bezeugt eine Hinzufügung mit der Überschrift: „Quae sequuntur in greco exemplari subjuncta reperi quo mense morietur quis in omni nativitate"; vgl. MACRAY, CAT. CODD. MOS. Bibl. Bodl. IX, Oxon. 1883, col. 192. Unediert. — HENR. BATES sagt schon im Jahre 1281, daß drei Übersetzungen vorlagen, von denen eine dem Griechischen direkt entommen war (vgl. STEINSCHNEIDER, Hebr. Übers. S. 525); wir kennen auch zwei andere Übersetzungen aus dem Arabischen, eine direkte, durch PLATO VON TIVOLI („Rerum Yesure . . ."), und eine, welche durch das Spanische vermittelt ist, durch AEGIDIUS DE TEBALDIS („Scire et intelligere . . ."). Außerdem liegt vielleicht eine vierte Übersetzung (aus welcher Sprache?) im Cod. Parmens. 719

1) Von der ersten Ausgabe besitzt der Verfasser ein Exemplar.

2) m'porn = imponere?

13.—14. Jahrh.), fol. 311r—343v vor [Titel: „Incipit prologus in quadripartitum PTHOLEMEJ". Text: „Prolixitas exosa (!) latinita ⟨Lücke⟩ artium principia ≍ et deus melius novit. Explicit quadripartitum PTHOLOMEI LX capitula continens per totum"]. Eine fünfte, vielleicht direkte Übersetzung ist folgende:

18. *τετράβιβλος*, undatierte Übersetzung, dem Engländer SIMON BREDON (ca. 1305) zugeschrieben. Titel: „Incipit liber quadripartiti PTHOLOMEI PHELUDENSIS de judiciis astrorum secundum aliam translacionem". Text: „Pronosticatio per astronomiam fienda dependet a duobus ≍?" Am Rande: „Et apparet BREDONE". Originalms. oder Abschrift im Cod. Digb. 179 (14. Jahrh. vgl. 17), fol. 1r—170v, am Rande der obenerwähnten Übersetzung durch AEGIDIUS DE TEBALDIS; vgl. MECREY l. c. col. 192.

19. *μαθηματικὴ σύνταξις*, anonyme Übers., undatiert (älter als 1274). Titel: „mathematicae sintaxeos liber". Ohne Anfang des 1. Buches in einer einzigen Hs., Cod. Conv. soppr. A. 5. 2656 (Abbatie florentine) von ca. 1300. Nach der Schrift zu urteilen, stammt die Hs. aus Süditalien. Nach einer von HEIBERG angestellten Untersuchung ist die Übersetzung einer griechischen Hs. entnommen, welche dem Cod. Marcian. graec. 313, 2° (C der HEIBERGschen Ausgabe der Syntaxis, Lips. 1898—1903) nahe liegt; die Übersetzung enthält aber Tafeln, die in C fehlen. Die hier gefundene direkte Übersetzung ist offenbar die von THOMAS AQUINAS († 1274) erwähnte (vgl. JOURDAIN, Recherches etc., S. 397—398): „Dichotomia dicetur luna, quando . . . et sic accipitur hoc nomen in libro Synthaxeos PTOLEMAEI translato de graeco". Unediert. — Daß die Übersetzung eine direkte ist, bezeugen die nicht verdrehten Eigennamen IPARCUS, MENELAUS, TIMOCHARIS sowie zahlreiche Lehnwörter, wie z. B. anaphorae, decamiria, anomalia, omalum, epochus (!) psiphophoria, nictimorum, sinodus, panselenus, apogaion usw. — Diese Übersetzung ist nicht zu verwechseln mit der viel jüngeren (15. Jahrh.) durch GEORG VON TRAPEZUNT (Peroptime mihi videntur o SYRE ≍ compositio consequuta), auch nicht mit der dem Arabischen entnommene durch GHERHARDO CREMONESE (Quidam princeps nomine ALBUGUAFE ≍ ut ponemus hic finem libri), und auch nicht mit der folgenden.

20. *μαθηματικὴ σύνταξις* 1—4, übers. von WINTON EBDELMESSINS (?), undatiert. Titel: „1—4. sermo libri mathematice PTOLOMEI, qui nominatur megalixintaxis astronomie translatione dictaminis philophonia WINTONIENSIS EBDELMESSIE". Text: „Preclare fecerunt qui corrigentes scientiam philosophie ≍ et synodi et inuenimus illas eclipsas quas commemorauimus concordes fundamenti". Buch 1 und 2 defekt (?) In einer einzigen Hs., dem Cod. Dresd., Db. 87 fol. 1r—71r aus dem Schluß des 14. Jahrh. (SCHNORR v. CAROLSFELD meint Anfang des 15. Jahrh.). Da beide Übersetzungen defekt, hat diese mit der vorigen (Nr. 19) noch nicht verglichen werden können; ihre Identität ist deshalb nicht ausgeschlossen. Unediert. — Daß die Übersetzung eine direkte ist, bezeugt das alte Inhaltsverzeichnis hinten im Cod. Dresd. Db. 87: „1. Almagesti PTHOLOMEI de Graeca translatione 4or libri". Der Übersetzer dürfte in der Geschichte der Mathematik sonst unbekannt sein.



Autor unbekannt oder unsicher:
ARCHIMEDES (?):

21. *περὶ ζυγῶν* (??), vielleicht übers. von WILHELM VON MÖRBEK ca. 1269 vielleicht älter. Titel: libellus de ponderibus". Text: „Quoniam propter irregularem quorundam corporum compositionem >< sicut ponderis **s** ad pondus **o** partiale.' Originalms. (??): Cod. Ottob. 1810, fol. 3r—4r (ca. 1269—70); vgl. oben und AGMW 5, S. 4. Abschriften in den Codd. Dresd. Db. 86, fol. 272r—274v (13.—14. Jahrh.); Paris. 7377 B, fol. 89v—? (14. Jahrh.) und Paris. 7215, fol. ? Ausgaben in 1) „Sphera cum commentis, Uenet. 1518" (vgl. oben Nr. 15), fol. 252v—253v; 2) „Sphera mundi", Uenet. 1518, fol. ? — Daß hier eine direkte Übersetzung vorliegt, ist nicht ganz sicher; vielleicht hat WILHELM VON MÖRBEK eine aus dem Arabischen geflossene ältere Übersetzung abgeschrieben.

Anonymus:

22. *κανόνες πρόχειροι* 1—2, anonyme Übersetzung, undatiert Titel: „Preceptum canonis PTOLOMEI". Text: „Intellectus climatum poli sepissime re quires >< et addes aut deduces. Finiuit me et dedit grates deo", danach 13 Tafeln. Abschriften wenigstens in zwei Hss. den Codd. Chartr. 214 (olim 173), fol. 1r—13v (12. Jahrh.) und Coll. Corp. Chr. Oxon. 283 (13. Jahrh.), fol. 65r—79v. Unediert. — Das Werk hat einen ähnlichen Inhalt wie THEONS Handtafeln, von denen Cod. Paris. gr. 2399 den Urtext enthält; vgl. DELAMBRE, Astronomie ancienne II, Paris 1817, S. 616 ff. Daß wirklich eine direkte Übersetzung vorliegt, zeigen die vielen Lehnwörter, von denen einige mit griechischen Lettern geschrieben sind, z. B. Themelios siue gnomon, Ycosapentheetherida, epagomenas, loxosis, panselenos, hisomeria, sinodos. Öfters sind ganze Sätze nicht übersetzt. Die Übersetzung scheint derselben Schule (oder gar demselben Übersetzer) wie die der Syntaxis (Nr. 19) anzugehören. STEINSCHNEIDER kennt die Übersetzung und nennt THEON, weiß aber nicht, daß es sich um eine Übersetzung aus dem Griechischen handelt.

Anonymus:

23. *Ὅτι τῶν ἰσοπεριμέτρων σχημάτων πολυχωρητότερος ὁ κύκλος*, anonyme Übersetzung, undatiert. Titel: „De ysoperimetris" oder „liber isoperimetrorum" und ähnl. Text: „Prelibandum est (Var. vero primum), quoniam ysoperimetrorum >< quia et solidum poliedrum minus spera". Zahlreiche Abschriften (wenigstens 10), von denen die ältesten (Cod. Digb. 174 und Bodl. Auct. F. 5. 28) bis zum Jahre 1200 zurückgehen dürften. Die letztgenannte dieser Hss. schreibt unter der ersten Seite „ZENODORUS". Unediert. Das Werk ist identisch mit dem von HULTSCH (PAPPI Collectiones, p. 1138—1164) herausgegebenen und übersetzten Text, welcher dem ZENODORUS kaum zuzuschreiben ist. Vgl. CURTZE



in Zeitschr. f. Math. u. Ph. 28 (1883), S. 8. — Daß eine direkte Übersetzung vorliegt, geht aus Lehnwörtern wie ysopleurus, poliedron usw. hervor.

Man darf erwarten, daß nach und nach noch mehr direkte Übersetzungen auftauchen werden. Namentlich unter den anonymen Werken in den lateinischen Handschriften des Mittelalters sind unzweifelhaft noch einige, welche sich durch eine genaue Untersuchung als solche entpuppen werden. Der Fund von PTOLEMAIOS' „liber sintaxeos" läßt auch hoffen, daß namentlich aus den italienischen Bibliotheken noch mehrere nichtanonyme Übersetzungen ans Licht gezogen werden könnten.

Ein Sendschreiben Regiomontans an den Cardinal Bessarion.

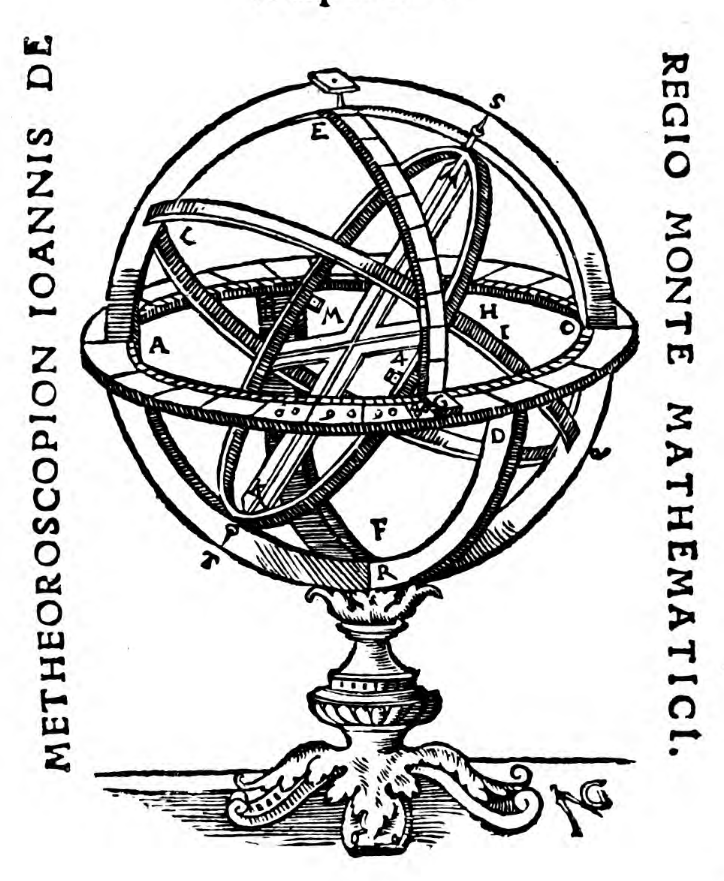
Von KARL BOPP (Heidelberg).

In den von MORITZ CANTOR begründeten „Abhandlungen zur Geschichte der Mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen" hat MAXIMILIAN CURTZE im XX. Hefte, Leipzig (Teubner) 1902 zu CANTORS goldenem Doktorjubiläum den Briefwechsel REGIOMONTANS mit GIOVANNI BIANCHINI, JACOB VON SPEIER und CHRISTIAN RODER neu herausgegeben. Es wurde damit ein glücklicher Anfang gemacht, unserer Gegenwart unmittelbar wieder den Einblick in die Gedankenwelt und das Schaffen REGIOMONTANS zu bieten, jener großartigen Renaissancegestalt, in welcher kurz aber gewaltig der gigantische Geist einer Epoche gesteigerter Entwicklung sich verkörperte. Ein ehernes Standbild hat ihm der Nationalstolz seines Volkes geschaffen; aber literarisch ist es noch eine Aufgabe der Zukunft, die der Größe des Mannes würdige Monobiographie zu schreiben, zu welcher SIEGMUND GÜNTHERS ausführlichere Skizze in der „Allgemeinen Deutschen Biographie", Bd. XXII und M. A. STERNS „JOANNES DE MONTEREGIO" in ERSCH und GRUBERS Enzyklopaedie II Sektion, 22. Teil die wertvollsten Vorarbeiten liefern. Den „ganzen REGIOMONTAN", wie CANTOR in seinen „Vorlesungen", Bd. II, S. 288 sich ausdrückt, werden wir erst in einer großen synoptischen Gesamtausgabe seiner Schriften besitzen. Ihrer äußeren Form nach dürfte sich nun an jenen von CURTZE herausgegebenen Briefwechsel am besten eine kürzere Schrift des großen Mannes anreihen, welche uns vor kurzem der Buchhandel in die Hände führte, und welche wir zum Feste des feinsinnigen Kenners REGIOMONTAN'scher Schriften, zu MORITZ CANTORS 80. Geburtstag, erneut zum Abdruck bringen.

Es ist bekannt, wie REGIOMONTAN mit dem Kardinal BESSARION in Berührung kam, wie er in Rom der griechischen Sprache sich befleißigte, um den Wunsch seines geliebten Lehrers PEURBACH nach einer Almagestübersetzung auf Grund des gereinigten griechischen Textes erfüllen zu können. Während er mit diesen ersten PTOLEMAEUSstudien beschäftigt, die

AD BESSA-
RIONEM CARDINALEM

Nicenum ac patriarcham Conſtantino-
politanũ: De compoſitione Metheo
roſcopij, Ioannis de Regiomon
te Epiſtola.



H

Rückkehr seines Gönners Bessarion aus Griechenland abwartete, mag um 1463 das nun folgende Sendschreiben an diesen entstanden sein.

Organum Ptolemaei Reverendissime domine cuius adminiculo longitudines ac latitudines locorum in superficie terrestri inquiruntur: Si recte mentem opificis auguror, in hunc ferme modum componitur.

Sit armilla parvae quidem profunditatis, sed maioris latitudinis, qualis est armilla horizontalis in machina sphaerae solidae, ea hic quoque horizontis simulachrum gerit, notisque a. b. c. d. inscribitur, et ut grata tibi res fiat, cursim quasi per spetiem exempli, structuram hanc comminiscar, quod et vigiliae meae perpetuae, quibus commentaria Trapezuntii excribrare soleo, et hortantur, et vehementer instigant.

Pone igitur ante oculos dignissime pater, chartam figuris idoneis depictam: et celeritatem ingenij tui, calamum scribentis Joannis tui praeverte. itaque armilla horizontalis notam septentrionis habet a, meridiei c, Orientis b, Occidentis aequinoctialis d, quatuor quadrantes nonagenis gradibus apud puncta aquilonis et austri incipientibus distinguuntur, haec armilla incumbit semicirculo b, r, d qui columnellae tribus brachijs innixae connectitur, consuetius enim visum est, horizontem duobus, non tribus veluti in sphaera solida, sustentaculis extolli: quo liberius et expeditius, iter radijs stellarum praebeatur.

Armilla a. e. c. f. meridianum, ut in sphaera solida repraesentat, in qua duae notae, s. et t. duos mundi polos exprimunt, s. quidem Aquilonium, t. autem Notum, haec armilla tribus incissuris immissa, quarum duae quidem in horizontem apud a. et c. tertia vero sunt in semicirculari armilla juxta f circumvolvi debet, quando opus fuerit ita ut polus scilciet, Borealis elevetur supra horizontem, aut deprimatur, prout res ipsa hortabitur, in qua duae notae u et x situm aequinoctialis circuli insinuant, a polo utroque nonagenis gradibus remotae.

Ipsos autem gradus a memoratis notis ad polos numerari decebit. hic meridianus etsi super incissuras se continentes labi possit, fixus tamen non ab re cognominabitur, tum quia neque ad ortum neque ad occasum flecti possit, tum quia si cuipiam habitationi addictus fuerit, nunquam in eius ministerio movendus est. Nam et alio meridiano mobili opus est, quem 4 notis h. k. l. m. significamus, qui omnino similis est priori. Sed minor, ut quando intra alium locatus fuerit, superficies eius convexa pene tangat concavam alterius.

Mobilem autem dicimus, quod diversis et longitudine differentibus locis in usu instrumenti applicari soleat. Cui conseritur alia omnino aequalis armilla ad rectos angulos factis in utraque armilla alternis incissuris, per quas ipsae armillae consertae, sese invicem quasi mordere videantur, huic aequinoctialis nomen esto, habetque hic notas quatuor, h. q. u. l.



eius numeri ab h utroque versum, ad octuaginta et centum usque procrescunt: et si eos ad trecentos et sexaginta adauxeris, facta duplici numerorum seriae, mirabilem in locis veris stellarum perquirendis usum adipisceris.

Meridianus, duas quoque polares notas k. et m. gestare cernitur, ubi scilicet bini numerorum ordines confluunt, sub eo autem meridiano armilla minuscula constituitur, nusquam quidem ab eo declinare potens.

Circumvolvitur autem liberae ubi opus fuerit, in cuius altera laterali superficie, duae quadratae auriculae exsurgunt per diametrum oppositae ad suscipiendorum radiorum gratiam perforatae.

Praeterea quadrante quodam opus est, qui ex polo horizontis superno demissus ad horizontem. Incredibile est, quantam in exercitio huius machinae vim habiturus sit, eum hic nonagenario graduum numero, distinctum duobus sigillis, e. et g. conclusimus.

Postremo apud quatuor notas, s. t. m et k. duorum merídianorum quatuor foramina duos teretes Cylindrulos receptura fiant, adversus centra porrigendos. Meridiano igitur mobili intra fixum posito, coeuntibusque binis polaribusque notis, huiuscemodi immitti debent Cylindri, ut meridiani quidem ipsi cohaereant, minor autem intra maiorem libere ultro citroque prolabi queat.

Haec hactenus de fabrica quam brevissime. Nunc ad usum instrumenti venire libeat, nolim autem hic expectes omnem huius organi fructum. Sed eum solum, et quidem paucissimis verbis, qui ad longitudines latitudinesque locorum terrestrium accomodari queat, siquidem ad alia opera me rapit fortuna mea fluctuabunda, cuius profecto ludibria propediem explodenda, nisi negetur mihi reditus, excutiam, ac prorsus perscrutabo.

Si itaque latitudo cuiuspiam loci nota fuerit, libeatque investigare longitudinem latitudinemque alterius loci, Longitudinem non ab oriente aut occidente, sed respectu loci cuius latitudo nota supponitur, quem discretionis gratia primum agnominabibus, reliquus, n cuius tam latitudo quam longitudo quaeritur, secundus accipietur.

Exploratum prius sit spatium terrestre inter duo loca comprehensum, quot verbi gratia miliaria talis intercapedo contineat. Nam per eam quam in cirulo magno terrestri accipi soleat, cognoscatur arcus circuli magni, qui per puncta verticalia duorum locorum concluditur. Item situs sive positio secundi loci respectu primi praesupponatur, qui quidem intelligitur per angulum quem continet, linea itineris cum linea meridiana primi loci. Hunc autem angulum determinat arcus horizontis ab altera notarum a. et c. prout positio secundi loci exposcit numerandus. Qui idcirco arcus positionis nuncupatur, sicut et arcus celestis circuli ad duo puncta verticalis desinens, arcus itineris rite agnominari potest — Pone itaque pedem quadrantis ad finem arcus positionis, quo illic firmato, traduc meridianum



mobilem ad finem arcus itineris. Tunc enim arcus quidem meridiani mobilis, inter aequinoctialem et quadrantem conclusus, latitudinem secundi loci patefacit. Arcus autem aequinoctialis circuli inter eundem meridianum mobilem et meridianum fixum deprehensus longitudinem quaesitam exhibebit.

Quod ut liquidius constet, accipe meridianum primi loci a. e. c. t. in quo punctus verticalis e, sitque positio secundi loci occidentalis et septentrionalis. In medietate igitur occidentali, armillae horizontalis, sit arcus a. g. positionis, ad cuius finem g pone pedem quadrantis. Ita ut situs quadrantis arcu e. g. repraesentet arcus itineris qui sit e, i. Ita ut i intelligatur punctus verticalis secundi loci super quem posito meridiano mobili s. h. t. arcus quidem h. i. latitudinem, h. q. autem longitudinem secundi loci depromet. Nam dimidium aequinoctialem u. q. x exprimere volumus.

Iam satisfecisse venerationi tuae videor quam paucis, quamvis etiam illius ingenium tuum perspicax, non eguerit.

Verumtamen: ne tardiusculus ad iussa tua viderer ac observantiae. Imo verius tuae erga me benevolentiae contemptor, aut neglector dici possem, hoc breve monumentum litteris mandare decrevi, et eo libentius, quo rem tibi gratam fuisse futuram arbitratus sum. Si autem quando, haud suspicor caeteros huius organi usus per te ipsum reperire non confidas, sed ex me summopere cupias, non pigebit ampliori membranae calamum applicare.

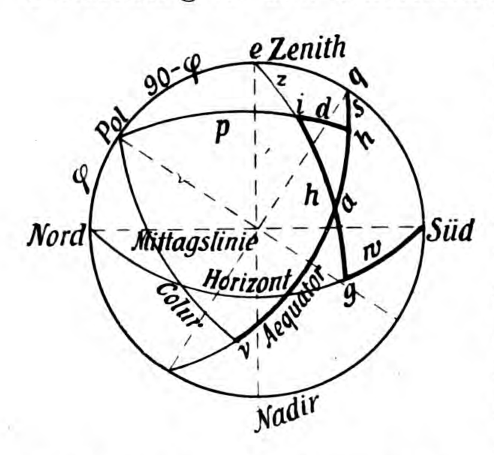
Vale.

Beschäftigen wir uns zuerst mit der Bibliographie dieser seltenen Schrift Regiomontans. Ersch und Gruber erwähnen sie bei der Aufzählung seiner Arbeiten unter XI mit der Angabe, sie sei 1514 hinter Johannes Werners geographischen Werken erschienen, dann auch hinter Petri Apiani Introductio geographica in doctissimas Verneri annotationes, continens plenum intellectum et judicium omnis operationis, quae per sinus et chordas in geographia confici potest adjuncto radio astronomico cum quadrante novo Meteoroscopii loco longe utilissimo, Ingolstadii 1537. Aus letzterer Ausgabe kennt sie auch S. Günther in seinen „Studien zur Geschichte der mathematischen und physikalischen Geographie“, Halle 1879, wo er in dem Lebensbilde Johann Werners aus Nürnberg im fünften Hefte S. 280 eine genaue Analyse der Werner'schen Schriften gibt. Da aber nach Rudolf Wolfs Handbuch der Mathematik und Astronomie der von Cantor, Bd. II, S. 453, der „Vorlesungen“ erwähnte Band von 1514: „Claudii Ptolemaei geographia liber primus, Norimb. in fol.“ erschien, so glauben wir aus der ganzen Form und den Abbreviaturen unseres Exemplars, welches klein in 4⁰ ist, den Schluß ziehen zu dürfen, daß wir es hier mit einer zu Lebzeiten Regiomontans oder kurz nach seinem Tode



aus seiner Nürnberger Offizin hervorgegangenen Inkunabel zu tun haben, uns noch nähere Vergleichung der Ausgaben vorbehaltend.

Wenden wir uns zu dem Inhalte der kleinen Schrift, so stellt sie uns die erste Kundgebung über einen der Haupttypen der von REGIOMONTAN konstruierten wissenschaftlichen Instrumente dar, die in den von SCHOENER herausgegebenen: „Scripta clarissimi REGIOMONTANI de torqueto, astrolabio armillari, regula magna PTOLEMAICA, baculoque astronomico, Nürnberg 1544 in 4⁰ eine nähere Beschreibung fanden (ERSCH und GRUBER IX). S. GÜNTHER bemerkt in der allgemeinen deutschen Biographie dazu: „Es sind besonders drei Gattungen von Beobachtungswerkzeugen, die REGIOMONTAN ausführen ließ. Das Meteoroskop, Torquetum und vor allem der Radius oder baculus astronomicus. Von ersterem hat REGIOMONTAN eine genaue Beschreibung in dem Sendschreiben an BESSARION geliefert, dasselbe ist wesentlich nach dem Prinzipe der altgriechischen Armillarsphären eingerichtet und mag wohl das fixe Hauptinstrument der damaligen Sternwarten gewesen sein. Das Torquetum bestand aus Kreisen, die sich den Hauptkoordinatenebenen der Himmelskugel parallel stellen und so für die unmittelbare Ablesung der sphärischen Koordinaten eines Sternes verwerten liessen.“ Die Anwendung, welche REGIOMONTAN in seinem poetisch-liebenswürdigen Stile an BESSARION mitteilt von seinem Meteoroskop, ist in dem gewählten Beispiel eine terrestrische: Es soll die Länge und Breite eines auf der Erdoberfläche gegebenen Ortes bestimmt werden in bezug auf einen durch seine Breite und Positionswinkel gegebenen ersteren Ort. Der erstere Ort wird für ihn also das Zenit der astronomischen Ortsbestimmung. Um einen Stern oder überhaupt einen Punkt der scheinbaren Himmelskugel seiner Lage nach zu bestimmen, wendet man seit den ältesten Zeiten sphärische Koordinaten an: Entweder bezieht man sich auf den Horizont als Achse und seinen Südpunkt als Anfangspunkt, d. h. gibt die zur Zenithdistanz (z) complimentäre Höhe (h) als Ordinate, das im Sinne der täglichen Bewegung bis 360⁰ gezählte Azimut (w) als Abszisse oder man benützt den zur Weltachse senkrechten Hauptkreis, den sogenannten Äquator, als Achse und einen festen Punkt desselben (gewöhnlich den sogenannten Frühlingspunkt ♈) als Anfangspunkt, die zur Poldistanz komplementäre Ordinate Deklination (D, d), die entgegengesetzt zur täglichen Bewegung bis 360⁰ oder 24ʰ gezählte Abszisse Rektaszension (AR, a)





nennend. Ein Parallelkreis zum Horizonte heißt Almucantarat, ein ebensolcher zum Äquator schlechtweg Parallel, jeder durch den Zenith gehende größte Kreis Höhenkreis oder Vertikal, jeder durch den Pol gehende, Deklinationskreis, und sein im Sinne der täglichen Bewegung gezählter Winkelabstand vom Meridiane, Stundenwinkel (s) — der zum Meridiane senkrechte Höhenkreis erster Vertikal, der Deklinationskreis des Frühlingspunktes Kolur der Nachtgleichen und sein Stundenwinkel Sternzeit ($t = a + s$).

Es kommt Regiomontan also auf die Bestimmung der Größen s u. d (in seiner Bez. i h und h q) mit Hilfe seines Instrumentes an und zwar in ihrer terrestrischen Bedeutung als Breite und Länge des Ortes i in bezug auf den durch ($90 - \varphi$) gegebenen und durch den Positionswinkel w bestimmten Ort e (Zenit)

S. Günther zitiert aus der genannten Schrift Johannes Werners, den Anmerkungen und Paraphrasen zu Ptolemaeus von 1514, auch eine Kritik des Meteoroskops: „Das von Regiomontan herstammende Meteoroskop, dessen man sich zur Bestimmung der Scheitelabstände bediene, solle genau das Nämliche leisten als die Armillarsphäre; indess stünden der Herstellung solcher Instrumente mancherlei beträchtliche Hindernisse im Wege; fertige man sie aus Holz, so leide die Genauigkeit der Teilung sehr bald durch die Unbilden der Witterung, fertige man sie aber aus Metall, so fielen sie, wenn man es bis zur Ablesung von Unterabteilungen eines Grades bringen wolle, zu plump und auch zu kostspielig aus. Er selbst, Werner, habe deshalb ein eigenes Buch über die Verfertigung der Meteoroskopien geschrieben, welches er in kurzer Frist der Öffentlichkeit zu übergeben gedenke.“

Heute nach vierhundert Jahren, wo das historische Interesse in Wissenschaft und Technik gleich lebhaft ist, macht uns A. A. Björnbo Hoffnung auf die Herausgabe auch dieses Werkes in den eingangs genannten Abhandlungen.



Die Anfänge der mathematischen Physik.

Von ARTHUR ERICH HAAS (Wien).

In dem Gefolge der beiden mächtigsten Wissenschaften des Altertums hat die Physik den ersten großen Abschnitt ihrer Entwicklung zurückgelegt, der mit dem Untergange der antiken Kultur endet. Der Philosophie verdankt die hellenische Physik ihre Entstehung und ihre Grundlagen, der Mathematik aber die großartigen Schöpfungen ihrer Blütezeit, die als Denkmäler von immer bleibendem Werte die Schärfe des griechischen Geistes bezeugen. Wenige Jahrzehnte, nachdem die philosophische Naturlehre in den Leistungen des ARISTOTELES ihren Höhepunkt, zugleich aber auch ihren eigentlichen Abschluß gefunden hatte, beginnt die mathematische Periode in der antiken Physik. Ihren Anfang kennzeichnet das Wirken eines Forschers, der nicht nur der Geometrie einen zwei Jahrtausende überdauernden Grundbau schuf, sondern auch in den Problemen der Physik ein neues Arbeitsgebiet von kaum geahnter Fruchtbarkeit der Mathematik erschloß. Durch diese Tat EUKLIDS erschien ein Ziel erreicht, dem in gleicher Weise die Entwicklung der Mathematik und der Physik schon lange zugestrebt hatten.

Denn seit es den Pythagoreern gelungen war, die Philosophie in Abhängigkeit von der Mathematik zu bringen, mußte diese ja als die Grundlage aller wissenschaftlichen Forschung erscheinen. Die stolzen Worte an PLATONS Türe, die jedem der Mathematik Unkundigen den Eintritt verwehrten [1]), der PLATON zugeschriebene Spruch, der Gott ewig Geometrie betreiben ließ [2]) — sie veranschaulichen am deutlichsten den mächtigen Einfluß, durch den die Mathematik das ganze wissenschaftliche Leben jener Denkerkreise und jener Zeit beherrschte.

Doch auch die Entwicklung der Physik selbst mußte zu ihrem Anschlusse an die Mathematik führen. Die philosophische Methode erwies sich als unzureichend, sobald die Zahl der Probleme erschöpft war, die sich durch die einfache Beobachtung alltäglicher Vorgänge und durch die

1) „*Μηδεὶς ἀγεωμέτρητος εἰσίτω μου τὴν στέγην.*“ TZETZES, Histor. var. chiliades VIII, 972 ff.; JOANNES PHILOPONUS, de anima, ed. HAYDUCK, p. 117, 26.

2) PLUTARCH, Quaest. conv. VIII, 2, c. 3, 5: *ὁ θεὸς ἀεὶ γεωμετρίζει.*

rein philosophische Spekulation darbieten. Die Notwendigkeit einer näheren Untersuchung der quantitativen Verhältnisse stellte sich in umso höherem Maße ein, ein je weiteres Gebiet sich durch das Aufblühen von Kunst und Technik auch der angewandten Physik erschloß. Die Vervollkommnung der Maschinenbaukunst, der Musik und der perspektivischen Malerei schuf eine Fülle neuer mechanischer, akustischer und optischer Probleme, die nur durch die mathematische Methode gelöst werden konnten, und auch das stetig wachsende Material der astronomischen Beobachtungen ließ eine Ordnung auf Grund eines exakt geometrischen Systems immer wünschenswerter erscheinen.

An die Seite der Arithmetik und der Geometrie traten so allmählich als neue fruchtbare Zweige der Mathematik die Statik, die Harmonik, die geometrische Optik und die Sphärik[1]). Den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung soll nun die Frage bilden, wie sich die Anfänge dieser der Mathematik und der Physik gemeinsamen Wissenszweige bis zu der Zeit gestalteten, da EUKLID den dauernden Bund der beiden Wissenschaften in das Leben rief.

Als Vorläufer der mathematischen Mechanik erscheinen die ersten Bestrebungen auf dem Gebiete der organischen Geometrie, die schwierige Probleme der Raumlehre durch Zuhilfenahme mechanischer Vorstellungen zu lösen sucht. Die Erklärung der Quadratrix durch HIPPIAS VON ELIS stellt das älteste uns bekannte Beispiel einer Verknüpfung von kinematischen und geometrischen Ideen dar[2]). EUDOXOS, ARCHYTAS und MENAICHMOS sollen zur Lösung des berühmten delischen Problems der Würfelverdoppelung eigene mechanische Apparate konstruiert[3]) und, indem sie so — nach PLUTARCHS charakteristischen Worten — der Geometrie eine elegante Verzierung gaben, den Grund zu der Maschinenlehre gelegt haben[4]). ARCHYTAS scheint auch der Begründer

1) Noch im Mittelalter gliederte sich das Quadrivium, das die realen unter den sieben freien Künsten umfaßte, in Arithmetik, Geometrie, Musik und Astronomie.

2) Vgl. M. CANTOR, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik (1. Aufl.), Bd. 1, S. 166—168.

3) PLUTARCH, Quaest. conv. VIII, 2, c. 1,7: *Διὸ καὶ Πλάτων αὐτὸς ἐμέμψατο τοὺς περὶ Εὔδοξον καὶ Ἀρχύταν καὶ Μέναιχμον εἰς ὀργανικὰς καὶ μηχανικὰς κατασκευὰς τὸν τοῦ στερεοῦ διαπλασιασμὸν ἀπάγειν ἐπιχειροῦντας.* Vgl. DIOGENES LAËRTIOS, VIII, 4,83: [*Ἀρχύτας*] *πρῶτος κίνησιν ὀργανικὴν διαγράμματι γεωμετρικῷ προσήγαγε διὰ τῆς τομῆς τοῦ ἡμικυλίνδρου δύο μέσας ἀνὰ λόγον λαβεῖν ζητῶν εἰς τὸν τοῦ κύβου διαπλασιασμόν.* Vgl. M. CANTOR, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, (1. Aufl.), Bd. 1, S. 181, 200.

4) PLUTARCH, Vita MARCELLI, c. 14,5: *Τὴν γὰρ ἀγαπωμένην ταύτην καὶ περιβόητον ὀργανικὴν ἤρξαντο μὲν κινεῖν οἱ περὶ Εὔδοξον καὶ Ἀρχύταν ποικίλλοντες τῷ γλαφυρῷ γεωμετρίαν καὶ λογικῆς καὶ γραμμικῆς ἀποδείξεως οὐκ εὐποροῦντα προβλήματα δι' αἰσθητῶν καὶ ὀργανικῶν παραδειγμάτων ὑπερείδοντες.*



des umgekehrten Verfahrens gewesen zu sein, das die Mathematik in den Dienst der Mechanik stellte. Von ihm wird es gerühmt, daß er sich zuerst mathematischer Grundsätze bei Untersuchungen der Mechanik bedient und so als erster diesen Zweig der Naturlehre methodisch behandelt habe [1]). ARISTOTELES, der in seiner „Physik" zahlreiche Probleme der theoretischen Mechanik behandelte, suchte hiebei stets die mathematischen Beziehungen festzustellen, die zwischen den verschiedenen mechanischen Größen bestehen; die Lehre von den Proportionen erscheint daher in diesen Untersuchungen häufig angewendet. Für die weitere Entwicklung der mathematischen Naturlehre wurde es auch von großer Bedeutung, daß ARISTOTELES in sie die Buchstabenrechnung einführte. Er gebrauchte bereits die großen Buchstaben des griechischen Alphabetes zur Bezeichnung unbekannter physikalischer Größen wie des Weges und der Zeit, der Masse und der Kraft [2])[3]).

Die Akustik stellte im Altertume das fruchtbarste Gebiet für die Anwendungen der Arithmetik dar. Die Beziehungen zwischen diesen beiden Wissenschaften soll schon PYTHAGORAS hergestellt haben; ihm wird die Entdeckung zugeschrieben, daß musikalischen Intervallen, die in unserem Ohre harmonisch erklingen, auch Beziehungen zwischen den Saitenlängen entsprechen, die durch einfache arithmetische Verhältnisse ausdrückbar sind [4]). Diese Entdeckung mußte den Pythagoreern wie eine experimentelle Bestätigung ihres ganzen philosophischen Systems erscheinen, und so ist es auch begreiflich, daß sie die vollkommenste [5])

---

1) DIOGENES LAËRTIOS, VIII, 4,83: [*Ἀρχύτας*] *πρῶτος τὰ μηχανικὰ ταῖς μαθηματικαῖς προσχρησάμενος ἀρχαῖς μεθώδευσε.*

2) Besondere charakteristische Beispiele hierfür enthält das 5. Kapitel des 7. Buches der „Physik". Vgl. des Verf. Abhandlung: „Die Grundlagen der antiken Dynamik" (Arch. f. Gesch. d. Naturwissensch. u. d. Techn. I, 1908, S. 19—47), c. 2.

3) Eine wichtige Rolle spielt die mathematische Methode auch in vielen der „Mechanischen Probleme", die unter dem Namen des ARISTOTELES überliefert sind deren Echtheit aber bezweifelt wird.

4) NIKOMACHOS, Harm. I, 10; BOETHIUS, de mus. I, 10; andere Stellen bei JAMBLICHOS, MACROBIUS, CENSORINUS, CHALCIDIOS u. a. Nach den meisten dieser Berichte soll PYTHAGORAS zu seinen näheren Untersuchungen durch die Beobachtung angeregt worden sein, daß sich die Gewichte von Schmiedehämmern, deren Klänge eine Quart, Quint und Oktave bildeten, wie die Höhen dieser Töne verhielten. Schon aus dem Widerspruche, der zwischen dieser Erzählung und den akustischen Grundgesetzen besteht, folgt, daß sie in späterer Zeit erfunden sein müsse.

5) Es ist die geometrische Proportion, die zwischen einer Zahl, dem arithmetischen und harmonischen Mittel, das aus ihr und einer zweiten Zahl gebildet wird, und dieser zweiten Zahl besteht ($a : \frac{a+b}{2} = \frac{2ab}{a+b} : b$)



aller Proportionen durch den Namen einer musikalischen Proportion auszeichneten [1]). Wie viele andere Zweige der Naturlehre scheint auch die Musik zuerst durch EUDOXOS in ein mathematisch begründetes System gebracht worden zu sein, das dann durch ARCHYTAS weiter ausgestaltet wurde [2]); von einer „Harmonik", die dieser verfaßte, sind einige Bruchstücke noch erhalten [3]). Der große Einfluß, den die pythagoreischen Lehren auf die spätere Philosophie PLATONS ausübten, erklärt es, daß auch dieser den harmonischen Untersuchungen eine außerordentliche Wichtigkeit beimaß und in seinem Idealstaate das Studium der arithmetischen Verhältnisse auch in ihrer Anwendung auf die Berechnung der Töne zur Bürgerpflicht erhoben wissen wollte [4]). Im Vordergrunde steht bei PLATON allerdings das mathematische, vor allem das zahlentheoretische Interesse, hinter welches das physikalische fast ganz zurücktritt. So wirft PLATON den Pythagoreern vor, daß sie zwar bei den wirklichen, mit dem Ohre vernommenen Akkorden nach den ihnen zugrunde liegenden Zahlen geforscht hätten, aber doch nicht bis zu den höheren Untersuchungen darüber vorgedrungen seien, welche von diesen Zahlen auch „harmonische" Zahlen seien und welche nicht [5]).

Die innige Verknüpfung von Arithmetik und Musik läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß in den meisten akustischen Schriften jener Zeit die mathematische Methode eine große Rolle spielte. Wir kennen — allerdings nur dem Titel nach — eine Arbeit DEMOKRITS über „Rhythmus und Harmonie" [6]), eine „Harmonik" von THEOPHRAST [7]), Abhandlungen über die Musik von diesem [8]) und auch von ARISTOTELES [9]). In der aristotelischen Schrift „Über die Sinne" wird auch der interessante Versuch gewagt, die Grundsätze der Harmonik auf die Optik zu übertragen. Denn

1) JAMBLICHUS, In NICOMACHI arithm. introd. liber, ed. PISTELLI, S. 118, 19: *Τὰ νῦν δὲ περὶ τῆς τελειοτάτης ἀναλογίας ῥητέον ἐν τέσσαρσιν ὅροις ὑπαρχούσης καὶ ἰδίως μουσικῆς ἐπικληθείσης, διὰ τὸ τοὺς μουσικοὺς λόγους τῶν καθ' ἁρμονίαν συμφωνιῶν τρανότατα ἐν αὐτῇ περιέχεσθαι* Vgl. PLATON, Timaios 36 A.

2) THEON SMYRNAIOS, ed. HILLER, S. 61, 12: *οἱ δὲ περὶ Εὔδοξον καὶ Ἀρχύταν τὸν λόγον τῶν συμφωνιῶν εν ἀριθμοῖς ᾤοντο εἶναι.* PTOLEMAIOS, Harmon. I, 13: *Ἀρχύτας δὲ ὁ Ταραντῖνος μάλιστα τῶν Πυθαγορείων ἐπι μεληθεὶς μουσικῆς.*

3) Überliefert von PORPHYRIOS; zusammengestellt in DIELS' „Fragmenten der Vorsokratiker".

4) PLATON, Leges V, 16, p. 747.

5) PLATON, Republ. VII, 12, p. 531 C: *τοὺς ἐν ταύταις ταῖς συμφωνίαις ταῖς ἀκουομέναις ἀριθμοὺς ζητοῦσιν, ἀλλ' οὐκ εἰς προβλήματα ἀνίασιν ἐπισκοπεῖν, τίνες σύμφωνοι ἀριθμοὶ καὶ τίνες οὔ, καὶ διὰ τὶ ἑκάτεροι.*

6) DIOGENES LAËRTIOS IX, 1,48; *Περὶ ῥυθμῶν καὶ ἁρμονίης.*

7) ib. V, 2,46: *Ἁρμονικῶν ά.*

8) ib. V, 2,46: *περὶ μουσικῆς ά β' γ'*; ib. 49: *περὶ μουσικῶν.*

9) ib. V, 1,26: *περὶ μουσικῆς.*

Farben, die in harmonisch einfachen Verhältnissen gemischt sind, sollen nach ARISTOTELES ebenso angenehme Mischungen liefern, wie die harmonischen Töne[1]). Gegen die „pythagoreisierende" Richtung in der Musik machte sich indessen schon unter den Schülern des ARISTOTELES eine Reaktion geltend. ARISTOXENOS erscheint als der Begründer einer neuen Schule, die während des ganzen Altertums in einem entschiedenen Gegensatze zu der älteren Schule der „Harmoniker" stand. Ohne ein Gegner der mathematischen Methode zu sein, wollte ARISTOXENOS doch der Empirie eine größere Rolle eingeräumt wissen, als ihr in den früheren Spekulationen zugestanden worden war, denn es könne, wie er nachdrücklich betont, zwar die Geometrie der Beobachtung entbehren, nicht aber die Musik[2]).

Die ersten Anfänge der mathematischen Optik fallen in eine sehr frühe Zeit. Allerdings sind diese ältesten Untersuchungen fast rein geometrischer Natur. Denn der Physik entlehnen sie nur die seit den frühesten Zeiten bekannten Tatsachen der Schattenbildung und der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes. Diese beiden Erscheinungen soll schon THALES benutzt haben, um aus der Länge des Schattens einer Pyramide deren Höhe zu berechnen[3]). Der Blüte des attischen Dramas verdankte die Perspektivik ihre Entstehung. Ihr Begründer scheint AGATHARCHOS gewesen zu sein, der zur Zeit des AISCHYLOS die Theatermalerei schuf und über diese Kunst auch eine Abhandlung schrieb. Diese Schrift habe dann, wie uns VITRUV überliefert, ANAXAGORAS und DEMOKRIT angeregt, die theoretischen Grundlagen der Perspektivik näher zu untersuchen[4]); das bei DIOGENES LAËRTIOS erhaltene Verzeichnis der Schriften DEMOKRITS führt auch in der Tat unter den mathematischen Abhandlungen dieses

---

1) ARISTOTELES, De sensu, c. 3, p. 439b, 31: *τὰ μὲν γὰρ ἐν ἀριθμοῖς εὐλογίστοις χρώματα καθάπερ ἐκεῖ τὰς συμφωνίας, ἁ ἥδιστα τῶν χρωμάτων εἶναι δοκοῦντα, οἷον τὸ ἁλουργὸν καὶ φοινικοῦν.*

2) ARISTOXENOS, Harmon. elem. 32; *τῷ δὲ μουσικῷ σχεδόν ἐστιν ἀρχῆς ἔχουσα τάξιν ἡ τῆς αἰσθήσεως ἀκρίβεια.*

3) DIOGENES LAËRTIOS I, 1,27: *ὁ δὲ Ἱερώνυμος καὶ ἐκμετρῆσαί φησιν αὐτὸν τὰς πυραμίδας, ἐκ τῆς σκιᾶς παρατηρήσαντα ὅτε ἡμῖν ἰσομεγέθεις εἰσί.* Vgl. PLINIUS, hist. nat. 36, 12, 82. Komplizierter war das Verfahren des THALES nach PLUTARCH, Conviv. sept. sapient., c. 2.

4) VITRUVIUS, de architectura VII, § 11: primum AGATHARCUS Athenis AESCHYLO docente tragoediam scaenam fecit et de ea commentarium reliquit. Ex eo moniti DEMOCRITUS et ANAXAGORAS de eadem re scripserunt, quemadmodum oporteat ad aciem oculorum radiorumque extentionem certo loco centro constituto lineas ratione naturali respondere, uti de incerta re certae imagines aedificiorum in scaenarum picturis redderent speciem et quae in directis planisque frontibus sint figurata, alia abscedentia alia prominentia esse videantur.



vielseitigen Forschers eine „Strahlenkunde" an[1][2]). In der „Meteorologie" des ARISTOTELES erscheint zum ersten Male auch das Phänomen der Lichtreflexion (oder der „Lichtbrechung", wie es ARISTOTELES nannte) mit einfachen mathematischen Betrachtungen verknüpft; in diesem Werke wird die Kreisform des Regenbogens durch eine graphische Darstellung der Zurückwerfung der Sonnenstrahlen erklärt und auch bereits die Erkenntnis verwertet, daß Strahlen um so schräger reflektiert werden, je schräger sie auffallen[3]).

Die Astronomie ist wohl der Zweig der Naturwissenschaft, in den die mathematische Methode am frühesten Eingang fand. Schon der Begründer der hellenischen Naturwissenschaft, THALES, soll — was den Chinesen übrigens schon im dritten Jahrtausend v. Chr.[4]) und sehr früh auch den Babyloniern gelungen zu sein scheint — eine Sonnenfinsternis richtig vorhergesagt[5]) und auch den scheinbaren Durchmesser der Sonne[6]) sowie das Größenverhältnis zwischen Sonne und Mond berechnet haben[7]). Wesentlich gefördert wurden die Beziehungen zwischen der Mathematik und der Astronomie durch die kosmologischen Spekulationen der Pythagoreer, die die Frage nach dem Aufbau und der Anordnung des Weltgebäudes vom mathematisch-ästhetischen Standpunkte aus zu lösen versuchten[8]). Ihrer Verehrung für die Zehnzahl als das Symbol der Vollkommenheit verdanken die Hypothesen der Gegenerde und des Zentralfeuers ihre Entstehung[9]), und im Zusammenhange

---

1) DIOGENES LAËRTIOS IX, 1,48: *Ἀκτινογραφίη.*

2) Auf die Perspektivik des ANAXAGORAS bezieht sich vielleicht die Äußerung des PROCLUS (in EUCLIDIS elem. libr. comm., Prologus II, ed. FRIEDLEIN p. 65, 21): *πολλῶν ἐφήψατο τῶν κατὰ γεωμετρίαν.*

3) ARISTOTELES, Meteorol. III, c. 4 und 5.

4) Denn wie CONFUCIOS berichtet, wurden die Hofastronomen HI und HO hingerichtet, weil sie eine Sonnenfinsternis vom Jahre 2137 v. Chr. nicht richtig vorausgesagt hatten. Die — zyklischen — Methoden zu einer Vorausberechnung einer Finsternis scheinen also den Chinesen nicht unbekannt gewesen zu sein.

5) DIOGENES LAERTIOS I, 1,23: *δοκεῖ δὲ κατά τινας πρῶτος ἀστρολογῆσαι καὶ ἡλιακὰς ἐκλείψεις καὶ τροπὰς προειπεῖν, ὥς φησιν Εὔδημος ἐν τῇ περὶ τῶν ἀστρολογουμένων ἱστορίᾳ.* Ähnlich berichten dies auch HERODOT, STRABON, CICERO, PLINIUS u. a.; vgl. ZELLER, Die Philosophie der Griechen, Bd. I,1 (5. Aufl.), S. 183.

6) APULEIUS, Florid. XVIII (p. 183, ed. VAN DER VLIET): idem sane iam proclivi senectute divinam rationem de sole commentus est . . ., quotiens sol magnitudine sua circulum quem permeat metiatur.

7) DIOGENES LAËRTIOS I, 1,23: *πρῶτος τοῦ τοῦ ἡλίου μεγέθους τὸ τοῦ σεληναίου ἑπτακοσιοστὸν και εἰκοστὸν μέρος ἀπεφήνατο κατά τινας.*

8) Vgl. (auch wegen der folgenden Anmerkungen) des Verf. Abhandlung: „Ästhetische und teleologische Gesichtspunkte in der antiken Physik" (Arch. f. Gesch. d. Philos. XXII, 1908, S. 80—113), c. 2 und 3.

8) ARISTOTELES, Metaph. I, 5,966 a; SIMPLIKIOS, De coelo, ed. HEIBERG, S. 513.



damit auch die erste heliozentrische Theorie, die ARISTARCH VON SAMOS aufstellte [1]). Die Harmonie der Sphären, in der nach der Ansicht der Pythagoreer die Vollkommenheit der Zahlenverhältnisse im Ksomos ihren erhabensten Ausdruck findet, schien ein einfaches Mittel zur Berechnung der relativen Entfernungen der Gestirne zu gewähren [2]). Aus der Überzeugung von der Schönheit und Vollkommenheit des Kreises und der Kugel entwickelten sich die beiden für die geschichtliche Entwicklung der Astronomie grundlegenden Annahmen von der Kugelgestalt der Himmelskörper und von der Kreisform ihrer Bahnen [3]). Auch die von ihnen entdeckten fünf regulären Körper führten die Pythagoreer in die Kosmologie ein; ihre Lehre, die von PHILOLAOS ausgebildet wurde und die auch in PLATONS „TIMAIOS" überging, ordnete den Würfel der Erde zu, das Ikosaëder dem Wasser, das Oktaëder der Luft, das Tetraëder dem Feuer, das Dodekaëder aber dem fünften, alles umfassenden Elemente [4]). Auch die Theorie der Dreiecke hat PLATON in seiner Kosmogonie verwertet. Denn die letzten Bestandteile, aus denen die physikalische Körperwelt gebildet ist, sind nach seiner Ansicht das gleichschenklige und das rechtwinklige Dreieck mit den Winkeln von 90, 60 und 30 Grad, weil sich aus ihnen zwei durch ihre Schönheit besonders ausgezeichnete Figuren, das gleichseitige Dreieck und das Quadrat, zusammensetzen lassen [5]).

Die auf die exakte Astronomie angewandte Geometrie, die schon früh viele wichtige Begriffe, wie die des Poles, des Äquators, der Ekliptik schuf, scheint namentlich durch ANAXAGORAS [6]) und durch DEMOKRIT ausgebildet worden zu sein. Das Verzeichnis der demokriteischen Schriften zählt unter den mathematischen Abhandlungen eine Himmels-, eine Erd- und eine Polkunde und schließlich ein Buch über „das große Jahr oder die Tafel der Astronomie" auf [7]). Bei PLATON erscheint die Astronomie bereits als ein Zweig der Mathematik, wie die Arithmetik, Rechenkunst, Geometrie und Stereometrie; denn wie der ruhende Körper das Objekt der stereometrischen, so bilde der bewegte den Gegenstand der astronomischen Untersuchungen [8]). EUDOXOS VON KNIDOS ist der Be-

---

1) ARCHIMEDES, Arenarius.

2) PLATON, Republ. X, 616; ARISTOTELES, De coelo II, 9 und zahlreiche andere spätere Autoren.

3) Vgl. ARISTOTELES, de coelo II, 11.

4) PLATON, Timaios 53C; PLUTARCH, quaest. Plat. V, quaest. conv. VIII, 2, 3; CHALCIDIOS, c. 8—22.

5) PLATON, Timaios 53E.

6) Vgl. S. 407 Anm. 2.

7) DIOGENES LAËRTIOS IX, 7,48: *Μαθηματικὰ δὲ τάδε . . . Μέγας ἐνιαυτὸς ἢ ἀστρονομίης παράπηγμα, οὐρανογραφίη, γεωγραφίη, πολογραφίη, ἀκτινογραφίη.*

8) PLATON, Republ. VII, c. 10, p. 589A.



gründer des ersten groß angelegten astronomischen Systems auf geometrischer Grundlage. Seine homozentrische Sphärentheorie suchte zuerst sämtliche Himmelsbewegungen durch Kombinationen kreisförmiger Bewegungen darzustellen [1]). So entwickelte sich in der Sphärik schon früh ein eigener Wissenszweig, der die Geometrie der Kugel für die Bedürfnisse der Himmelskunde ausgestaltete und noch vor dem Jahre 300 v. Chr. in der Schrift des AUTOLYKOS „Über die bewegte Sphäre" eine ausführliche Darstellung fand [2]).

Die Anfänge der mathematischen Physik reichen, wie uns die Betrachtung ihrer geschichtlichen Entwicklung lehrt, bis zu den Anfängen der griechischen Wissenschaft zurück. THALES, der Mathematik und Naturlehre in Hellas begründete, erscheint auch als der erste, der diese beiden Wissenschaften miteinander in Verbindung brachte. Seinem Beispiele folgten zunächt die älteren Pythagoreer, ANAXAGORAS, DEMOKRIT und PLATON. In EUDOXOS, einem der vielseitigsten Forscher des Altertums [3]), dessen hervorragendster Schüler ARCHYTAS war, erreichte die voralexandrinische Periode der mathematischen Physik ihren Höhepunkt. Seine Schriften [4]), von denen sich leider nur sehr geringe Bruchstücke erhalten haben, stellten wohl die bedeutendsten Vorläufer der physikalischen Werke des EUKLID, ARCHIMEDES, HERON und PTOLEMAIOS dar, die schon im Altertume in glänzender Weise den stolzen Spruch rechtfertigten, daß die Mathematik die Königin der Wissenschaften sei.

---

1) ARISTOTELES, Metaph. XII, 8; SIMPLIKIOS, de coelo II.

2) Die Schrift „*Περὶ κινουμένης σφαίρας*" ist noch erhalten. (Ausgabe von HULTSCH, Leipzig 1885).

3) DIOGENES LAËRTIOS VIII, 8,86: *Εὔδοξος Αἰσχύνου Κνίδιος, ἀστρόλογος γεωμέτρης ἰατρός νομοθέτης.*

4) Vgl. KÜNSSBERG, der Astronom, Mathematiker und Geograph EUDOXOS von Knidos, Dinkelsbühl, I, II, 1888, 1889.

Der sogenannte Heronis liber geeponicus.

Von J. L. HEIBERG (Kopenhagen).

Daß die mathematischen Schriften, die von HULTSCH unter HERONS Namen herausgegeben sind [1]), nach der Entdeckung der echten *Μετρικά* [2]) ganz von vorne untersucht und auf ihre Echtheit geprüft werden müssen, ist wohl allgemein anerkannt. Aber vorher muß eine neue kritische Ausgabe vorliegen; denn die von HULTSCH benutzten Handschriften sind mit Ausnahme von Paris. gr. 1670 jung und minderwertig, und ihre Originale sind noch vorhanden. Namentlich ist es sehr schade, daß HULTSCH die wichtige Handschrift Paris. Suppl. gr. 387 beiseite geschoben hat, eine noch nicht ausgenutzte Hauptquelle nicht nur für die sogenannten Heronischen Schriften, sondern für byzantinische Rechenkunst überhaupt. Für eine Neubearbeitung hatte WILH. SCHMIDT das wesentliche Material gesammelt. Nach seinem frühen Tod habe ich die Ausgabe übernommen, und sie ist im Manuscript fast fertiggestellt. Sie wird nicht nur in Einzelheiten, sondern auch in Umfang und Anordnung vielfach von HULTSCH abweichen. Unter anderem wird eine Schrift vollständig verschwinden, und darüber will ich hier Rechenschaft ablegen.

HULTSCH hat S. 208—234 ein *Ἥρωνος γεηπονικὸν βιβλίον* abgedruckt, das größtenteils aus Exzerpten aus den anderen bei ihm vereinigten Heronischen Sammlungen besteht. Seine Quelle ist cod. Paris. 2348, eine Sammelhandschrift des ausgehenden XVI. Jahrhunderts, deren erster Teil (die Poliorketiker, f. 1—87) von JOHANNES SANCTAMAURA 1594 nach dem cod. Vatican. Gr. 219 abgeschrieben ist [3]). Darauf folgt mit

1) HERONIS Alexandrini Geometricorum et Stereometricorum reliquiae ed. FR. HULTSCH. Berolini 1864.

2) HERONS von Alexandria Vermessungslehre von H. SCHÖNE, Leipzig 1903, nach Cod. Constantinopolitanus (Nr. 1 der Serailbibliothek).

3) S. WESCHER, Poliorcét. S. XXXIV. Die Subscription f. 87v lautet: *τὸ παρὸν βιβλίον ἐστὶ τοῦ ἐν αἰδεσιμωτάτοις καὶ ἀγαύοις ἥρωσι κυρίου λαιλίου τοῦ Ῥουινοῦ τοῦ ἐξ εὐγενῶν τῆς μητροπόλεως Βονονίας καταγομένου.*

ἀντιγραφὲν ἔκ τινος κώδικος τῆς βατικανῆς βιβλιοθήκης δἰ ἐμοῦ Ἰωάννου Σαγκταμαύρα τοῦ ἐκ μητροπόλεως Λευκοσίας τῆς Κύπρου νήσου. | *μηνὶ σεπτεμβρίῳ,* $\alpha^{\omega}\,\overline{\varphi}^{\omega}\,\overline{\varsigma}^{\omega}\,\overline{\delta}^{\omega}$ *ἔτει ἀπὸ χριστοῦ.*

einer anderen aber gleichzeitigen Hand *῞Ηρωνος γεηπονικὸν βιβλίον* (f. 88—112), und dann einiges aus dem mathematischen Compendium des GEORGIOS PACHYMERES, womit die Hs. schließt.

Hier muß nun vor der Hand der Titel auffallen, der dem rein mathematischen Inhalt gar nicht entspricht; denn *γεηπονικὸν βιβλίον* bedeutet: ein Buch von der Landwirtschaft, vom Ackerbau, keineswegs ein Buch von Landvermessung. Die Lösung des Rätsels gibt der cod. Vatican. Gr. 215 (saec. XIV), der f. 24—191 die bekannte Sammlung *Γεηπονικά* des CASSIANUS BASSUS[1]) enthält ohne Haupttitel[2]) und f. 1—24r unsere Schrift vorausschickt mit dem später hinzugefügten Titel *ἥρω(νος) γεηπο* $\frac{\mu|\chi\iota}{(\nu\iota)|(\kappa\alpha)}$ *νικὸν βιβλίον*[3]). Der Besteller der Hs. hat also der Landwirtschaft einige Exzerpte über Feldmessung aus praktischen Gründen hinzufügen lassen, ebenso wie er f. 193—196 (ursprüngliche Numerierung 192—195, mit anderer Hand) ein Verzeichnis von Dokumenten, die sich auf allerlei Grundbesitz, Wassermühlen usw. beziehen, eintragen ließ; er wollte eben beisammen haben, was er in seinem Beruf als Landwirt gebrauchen konnte. Daß HERONS Name (später) hinzugesetzt wurde, hat seinen Grund darin, daß ein Teil (wie wir sehen werden, keineswegs alle) der Vorschriften für Feldmessung aus Sammlungen exzerpiert sind, die im 14. Jahrhundert den Namen HERONS trugen und in erhaltenen Hssn. noch tragen, bedeutet also kein neues Zeugnis für die Authentizität der Benennung, und die Zusammenstellung von Exzerpten aus erhaltenen Sammlungen, die offenbar für den Vat. 215 (oder einen Vorgänger) vorgenommen ist, verliert jeden Anspruch darauf, als besondere Schrift, es sei nun von HERON oder von einem anderen, geführt zu werden; ihr „Verfasser" ist der Schreiber des Vatic. 215 oder dessen Vorlage.

Aus dem Vatic. 215 stammt nun dieser Teil des Paris. 2438, wie die vollkommene Übereinstimmung in allen Lesarten beweist; ich beschränke mich auf ein paar besonders klare Beispiele. S. 231,22 *παρά*] mit dem Kompendium π̊ Vat., *πε´* Paris., S. 215,32 *ὁμοῦ*] mit dem Kompendium

1) Zuletzt herausgegeben von H. BECKH (Leipzig 1895), der den Vatic. nicht benutzt hat.

2) Die Hs. fängt an: *βιβλίον πρῶτον* p. 3, 4 BECKH und schließt *πατηγ*^{ιε} *ἀλ* . . , darauf 1 Blatt ausgeschnitten und 1 leeres Blatt modern eingeklebt (192). Danach scheint die Hs. Vorlage von Harl. 5604 zu sein, vgl. BECKH zu p. 528, 13.

3) Halb unleserlich wegen Wurmstichen. Darüber mit noch späterer Hand: IRONIS agricultura, und auf dem modernen Vorsatzblatt: *῞Ηρωνος γεωμετρικῆς καὶ στερεωμετρικῆς πράξεως βιβλίον. τοῦ αὐτοῦ γεωργικῶν ἐκλογῶν βιβλία κ̄*, wozu ANGELO MAI beigeschrieben hat: nempe sunt eadem quae CONSTANTINI Caesaris (d. h. die *Γεηπονικά*).



χ Vat., $\hat{\chi}\chi$ Paris., S. 229_2 *μέριζε ∠′] ν̄ ∠′]* sinnlos Vat., Paris. Dem Besteller oder Schreiber des Paris. 2438, der in dieser Hs. offenbar nur Mathematisches sammeln wollte, verdankt also ***Ἥρωνος γεηπονικὸν βιβλίον*** sein Sonderdasein, wodurch der auf den weggelassenen Teil des Vatic. 215 bezügliche Titel völlig sinnlos geworden ist.

Aber auch die Quelle, woraus Vatic. 215 den Hauptteil seiner „Heronischen" Exzerpte geschöpft hat, ist noch nachweisbar, es ist, wie schon WILH. SCHMIDT erkannt hatte, eben jener cod. Constantinopolitanus, der uns die echten *Μετρικά* gerettet hat (S) [1]. Beweisend sind unter vielen anderen folgende Stellen: S. 212, 20 *ἑξῆς ἡ καταγραφή* S. fol. 6^{v} unten, weil die Figur f. 7^{r} folgt, dasselbe Vatic. mitten auf f. 6^{r} ohne Grund, S. 213, 6 *ἑξῆς ἡ καταγραφή* S. f. 7^{r} unten, weil die Figur f. 7^{v} folgt, dasselbe

B′ α′ Γ′

Vat. f. 6^{v} ohne Grund, S. 215, 6 *γι/ $\overline{φξ}$ μερίζω ὧν τὸ κβ′* S, d. h. der Schreiber wollte (übrigens unrichtig) die Wortstellung *μερίζω γι/ $\overline{φξ}$ ὧν τὸ κβ′* herstellen; ohne dies zu verstehen, schreibt Vatic. einfach nach:

β′ α′ γ′

γι/ $\overline{φξ}$ μερίζω ὧν τὸ κβ′.

Wir wollen jetzt die Herkunft der Bestandteile, die Vatic. 215 zu einer feldmesserischen Einleitung der *Γεηπονικά* zusammengeschweißt hat, kurz angeben.

Capp.	1— 9 (HULTSCH)	=	HERON,	Definitiones	28— 35.
	10—24	=	„	„	40— 54.
	25—31	=	„	„	56— 62.
	32—39	=	„	„	66— 73.
	40—41	=	„	„	99—100.

Diese Auszüge müssen einer verschollenen Handschrift entstammen; S enthält die Heronischen Definitionen nicht, und die einzige verhältnismäßig alte Hs. dieses Werkchens, Paris. Suppl. Gr. 387 saec. XIV, ist wahrscheinlich jünger als Vatic. 215; dieser bietet denn auch mehrfach einen besseren Text. Die Auswahl ist nicht ohne Plan und für den Zweck ganz geschickt getroffen. Weggelassen sind (außer der Einleitung, Deff. 1) die ersten Definitionen sowohl der Geometrie (Deff. 2—26) als der Stereometrie (75—98), die praktisch wesentlich selbstverständliche Dinge betreffen und nur theoretisches Interesse haben. Nach der gemeinsamen Grundlage in Def. 27 (*τίνες αἱ γενικαὶ τῶν σχημάτων διαφοραί*) wird für beide mit der Einteilung der Figuren angefangen (28 *τίνες αἱ τῶν ἐπιπέδων σχημάτων διαφοραί* — 99 *τίνες αἱ τῶν εὐθυγράμμων στερεῶν σχημάτων διαφοραί*), und diese wird dann für die Geometrie vollständig

1) Ich besitze davon durch die Freundlichkeit des Hn. H. SCHÖNE eine photographisch hergestellte Reproduktion.

durchgeführt unter Weglassung der praktisch wertlosen Definitionen von *μηνίσκος, στεφάνη* und *πέλεκυς* (37—39 mit Einleitung, Def. 36), der rein theoretischen Deff. 55 und 74 und der selbstverständlichen Deff. 63—65. Von der Stereometrie dagegen wird nur die Pyramide mitgenommen (100), weil sie, abgesehen von der Kugel (Cap. 144), die als selbstverständlich gelten kann, das einzige Gebilde der reinen Stereometrie ist, das behandelt wird (Capp. 71—74).

Capp. 42—43 = HERON, Geometrie 3.

Dieses Stück (nur die Überschrift 42 ist aus einer Hs. des Geometrie hinzugefügt) und die folgenden Capp. 44—70 stimmen wörtlich mit S fol. 4^r—10^v überein; nur ist Cap. 68, ungewiß warum, aus S fol. 51^r hier eingeschoben. ‖ In S folgen fol. 10^v—15^r wesentlich stereometrische Aufgaben, die Vat. 215 plangemäß beiseite gelassen hat.

Capp. 71—77 = S fol. 15^r—16^v, über Pyramiden.

Es folgen in S fol. 16^r—17^v weitere Aufgaben über Pyramiden u. ä. Am Schluß dieses Abschnittes werden dann einige losgerissene Bruchstücke angebracht:

Capp. 75—77 = S fol. 19^r (wo ein neuer Abschnitt beginnt) — 19^v.

Diese Stücke hören mit Capp. 146—164 zusammen und werden da mitbesprochen werden.

Cap. 78—79 = S fol. 28^v (wo ein neuer Abschnitt beginnt) — 29^r (es folgen Aufgaben über die schon erledigten Vierecke und Dreiecke).

Darauf beginnt ein neuer Abschnitt, Vermessungen wirklicher Gegenstände und Bauwerke:

Capp. 80—84 = Stereometr. II 10—14.

Auch diese Schrift steht in S (fol. 42 ff., die hier ausgehobenen Stücke fol. 43^r—44^r), ohne Überschrift [1]), und die Lesarten zeigen, daß S auch hier die Quelle des Vatic. 215 ist. Die Auswahl ist charakteristisch; es werden gemessen ein Bassin, ein Brunnen, ein Eimer und ein Faß. Vgl. zu Cap. 191.

Cap. 85 = Stereom. II 31, S fol. 47^r.

Man begreift, daß diese Aufgabe (Höhenmessung durch den Schatten) die Aufmerksamkeit des Exzerptors erregte, besonders da sie in S mit einer gefälligen Figur ausgestattet ist und aus dem Rahmen der Sammlung Stereometr. II herausfällt. Unbegreiflich bleibt aber die Einschaltung an dieser Stelle von

1) Diese Sammlung ist überhaupt nicht als Heronisch überliefert; auch im Paris. Suppl. Gr. 387 fehlt eine Überschrift und Herons Name erscheint nur in dem kühn interpolierten Monac. 165 (geschrieben von dem Schwindler ANDREAS DARMARIOS). Übrigens enthält S zwischen Stereom. II 33 und 34 ein sehr interessantes neues Stück über Gewölbebau, Pyramiden u. a. m.

Cap. 86 = HERON, Geometrie 41.

Das Stück findet sich nicht in S; die Lesarten stimmen am besten mit Paris 1670. Dann kehrt der Exzerptor zu S zurück:

Cap. 87—88 = S fol. 51v—52r [1]).

Aber Cap. 89 = HERON Stereometrie I 47 enstammt wieder einer anderen Quelle; es findet sich nicht in S und die Lesarten weichen bedeutend ab von der maßgebenden Hs. der Stereometrie, Paris. Suppl. Gr. 387. Also sind auch hier am Schluß eines Abschnittes einige versprengte Stücke zusammengeworfen. Mit Cap. 90 beginnt nämlich etwas ganz Neues, allerlei Bemerkungen über Maße, die der Exzerptor aus den schon früher benutzten Quellen zusammenstellt.

Capp. 90—93 = HERON, Deff. 130—133 (alle Maße betreffend).
Cap. 94 = HERON, Geometrie 2 (Entstehung der Maße, nicht in S)
Cap. 95; mit dem Titel *῞Ηρωνος μετρικά,* eine metrologische Tabelle = HULTSCH, Scriptt. metrol. I nr. 7 p. 186, 25ff. (eigene Zusammenstellung? s. unten).

Diese Notizen dienen als Einleitung zu den Exzerpten aus einer neuen Quelle, den unter HERONS Namen erhaltenen *Μετρήσεις* [2]).

Capp. 96—101 = *Μετρήσ.* 54—59 (ebene Figuren) [3]).
Capp. 102—103 speziell landwirtschaftliche Maße (eigenes?).
Capp. 104—105 = *Μετρήσ.* 2—3.
Capp. 106—113 = *Μετρήσ.* 16—23.
Capp. 114—119 = 96—101 = *Μετρήσ.* 54—59.
Capp. 120—129 = *Μετρήσ.* 1—10 (121—122 = 104—105).
Cap. 130 = *Μετρήσ.* 12.
Capp. 131—133 = *Μετρήσ.* 14—16 (133=106).
Cap. 134 = *Μετρήσ.* 18=108.
Capp. 135—138 = *Μετρήσ.* 20—23 = 110—113.
Cap. 139 = *Μετρήσ.* 26.
Capp. 140—142 = *Μετρήσ.* 29—31.
Capp. 143—144 = *Μετρήσ.* 35—36.
Cap. 145 = *Μετρήσ.* 38.

Die *Μετρήσεις* sind also vollständig aufgenommen bis auf 11, 13. 24—25, 27—28, 32—34, 37, 39—48, 50—51, 53 [4]), und die Auslassungen

1) S. 220, 31 *αὕτη* —221, 4 ist ein Scholion, das S am Rande hat zu 88, 1.

2) Diese Schrift (nicht in S) hat eine Sonderüberlieferung; sie stand in der verschollenen Archimedeshs. GEORG VALLAS saec. IX, und ihre Überlieferung geht somit weiter zurück, als die der übrigen „heronischen" Schriften; dennoch ist sie ganz besonders schlecht und fehlerhaft überliefert, was nicht alles Schuld der Schreiber ist.

3) Schluß der Schrift, wiederholt Capp. 114—119.

4) Über *Μετρήσ.* 49 und 52 s. zu Cap. 197 und 199.



sind vollkommen erklärlich; für 11 (Säule), 13 (elliptische Walze), 24—25 (Theater)[1], 28 (beschnittene Zylinderscheibe) hatte der Landwirt keinen Gebrauch; 27 (über Multiplikation von Bruchteilen eines Fußes) mochte ihm auch unnütz erscheinen; 32—34 (Kreissegmente) waren neben Capp. 140—142, 39—42 (Pyramiden) neben Capp. 71—74, 45—47 (Kugel)[2] neben Cap. 144, 50—51 (Sechseck)[2] neben Cap. 76 überflüssig; 37 ist nur ein *ἄλλως* zu 36, wie 53 zu 52[4]); 43—44 (Kegel) und 48 (Kugelsegment)[2] behandeln grundsätzlich ausgeschlossene stereometrische Gebilde[3]. Schwieriger zu verstehen ist die Anordnung und die Wiederholung mehrerer Stücke. Es muß offenbar eine Erklärung gesucht werden, die beides auf einmal begreiflich macht. Einen Fingerzeig geben die beiden Überschriften 95 *Ἥρωνος μετρικά* und 110 *Ἥρωνος περὶ μέτρων*, woraus man schließen muß, daß der Exzerptor zwei verschiedene Quellen benutzte. Der einen entnahm er die fortlaufende Reihe Capp. 120—145 = *Μετρήσ.* 1—38 (mit den erwähnten Auslassungen), und diese Quelle war das uns vorliegende Werkchen, das von HULTSCH *μετρήσεις* betitelt ist, in den Hn. aber unter dem Titel *Ἥρωνος περὶ μέτρων* erhalten ist. Die zweite Quelle war ein metrologisches und feldmesserisches Exzerpt, wie sie massenhaft in Hn. erhalten sind, worin unter dem Titel *Ἥρωνος μετρικά* eine metrologische Tabelle und zwei feldmesserische Stücke mit mageren Exzerpten der *Μετρήσεις* vereinigt waren; daraus stammen Capp. 93—113. Diese Auffassung wird durch die Lesarten der Doubletten bestätigt; sie stimmen nicht durchweg überein und die Abweichungen lassen sich als bloße Schreibfehler der einen Stelle nicht erklären. Ich führe einige Beispiele an, wo Vat. an erster (V^a) und zweiter Stelle (V) sich so trennen, daß verschiedene Vorlagen angenommen werden müssen[4].

S. 188, 11 *τοσούτων ποδῶν*] PQV^a, *τοσοῦτον* V.
S. 189, 1 *τούς*] V^aP, om. VQ.
S. 192, 4 *χαμάρα ἔχουσα*] V, om. PQV^a.
S. 192, 5 *ἤγουν*) *ἤτουν* V, *ἔχουσαν* PQV^a.
S. 192, 7 *κορυφήν*] V, *κορυφῆς* PQV^a.

1) Dagegen nicht das *ἱπποδρόμιον* Cap. 139.

2) Nach den Überschriften; in Wirklichkeit handelt es sich um Kugelsegmente, die ja aber ebenfalls unberücksichtigt bleiben. 48 handelt in Wirklichkeit von einem Kreissegment, 50—51 von einem sechseckigen Prisma.

3) Einige der weggelassenen Stücke (11, 25, 28, 34, 45) sind außerdem schwer verdorben; dasselbe gilt aber auch von einigen der aufgenommenen.

4) P ist die Archimedeshs. G. VALLAS, aus 3 Abschriften rekonstruiert, Q = Vat. 1038. Weder V noch V^a ist von diesen abhängig, denn sie haben ihnen gegenüber gemeinsame Lesarten, z. B. S. 189, 1 *ς'*] PQ, *δ' καὶ β' ς' ταύτας* VV^a, S. 189, 4 *ὕφελε*] PQ, *ὑφαίρει* V^a, *ὑφαίρει* V, S. 192, 4 *τὸ νῶτον*] *νῶτον* PQ, *νῶτον* VV^a, 10 *γίνονται*] PQ, om. VV^a.



Zweifelhaft kann nur sein, wo Capp. 114—119 herstammen. Gibt man sie der zweiten Quelle, so müßte man annehmen, daß ihr Verfasser *Μετρήσ.* 54—59 zuerst (als plangeometrisch) vorwegnahm (Capp. 96—101) und dann, indem er dies vergaß, noch einmal zum Schluß exzerpierte (Capp. 114—119) — was bei dem geringen Umfang seines Schriftstückes schwer denkbar ist. Wahrscheinlicher ist es mir, daß der Sammler des Vat. 215, nachdem er jene Quelle ausgeschrieben hatte, die *Μετρήσεις* zur Hand nahm und die plangeometrischen Aufgaben 54—59 voranstellte (als Capp. 114—119) ohne zu bemerken, daß er sie schon der anderen Quelle entnommen hatte, den Titel aber da beließ, wo er in der Vorlage stand (bei Cap. 120). Eine Stütze findet diese Erklärung darin, daß in Capp. 114—119 V und V[a] zwar ein paarmal unter sich abweichen, aber immer so, daß ein Schreibfehler vorliegen kann, auffallend oft dagegen beide gegen PQ zusammengehen[1]).

Capp. 146—173 = DIOPHANTUS pseudepigraphus in DIOPHANTUS ed. TANNERY II S. 24, 15—27, 19 = S fol. 23[v]—24[r].

Daß S die Quelle auch für diesen Teil des Vat. 215 ist, ergibt sich aus den Lesarten, so

S. 225, 10 *πεντάγωνος*] Vat., S; *πεντάγωνον* T(annery)[2]).
διάμετρος] Vat., S; *ἡ διάμετρος* T.
ποδῶν] Vat., S; om. T.
12 *πόδες*] Vat., S; om. T; ebenso Z. 13.
13 *τοσούτων ποδῶν*] Vat., S; *τοσοῦτον* T.
S. 227, 16 *τοῦ αὐτοῦ δωδεκαγώνου*] Vat., S; om. T.

Aus S sieht man, daß auch Cap. 164 derselben Schrift entnommen ist; denn

Cap. 164 = S fol. 24[v] (Fortsetzung des vorhergehenden),

während Pseudo-DIOPHANTUS S. 27, 20 gekürzt hat.

Ferner entstammt derselben Schrift Capp. 75—77 = Pseudo-DIOPHANTUS S. 18, 8—23 = S fol. 19[v].

Daß die hier exzerpierte Schrift mit dem echten DIOPHANTUS nicht das geringste zu tun hat, liegt auf der Hand. Auch hier bringt S Aushilfe. In S lautet nämlich der Titel (fol. 17[v]) *Διοφάνους*; erst eine spätere Hand, die willkürlich ändert, hat darüber ein *τ* hinzugefügt. Also hier ist der Verfasser *Διοφάνης*. Es liegt nahe, an den Ackerbauschriftsteller dieses Namens zu denken, der zu CICEROS Zeit einen Auszug aus der griechischen Übersetzung von MAGOS Buch über Ackerbau gemacht hatte und bei VARRO, COLUMELLA und noch in den *Γεηπονικά* zitiert wird (s.

1) Beispiele: S. 207, 1 *παρασκελῆ*] PQ, *παράσκελον* VV[a], 10 *τετράγωνον*] PQ, *τετράγωνα* VV[a]. 18 *ἔτι*] PQ, *εἴτε* VV[a].

2) Seine Quelle ist der sehr eigentümliche Parisin. Gr. 2448.



M. Wellmann bei Pauly-Wissowa V 1049). Wenn diese Vermutung das richtige trifft, würde Diophanes ein Vorläufer des Bestellers von Vat. 215 sein.

Capp. 165—190 = S fol. 61—62^v (Titel: εὐκλείδου εὐθυμετρικά) mit ein paar unbedeutenden Auslassungen.

Capp. 191—194 = Stereom. II 26—29 (= S fol. 46^r –47^r).

Capp. 195—196 = Stereom. II: 8—9 = S fol. 43^r.

Die Reihenfolge erklärt sich daraus, daß Stereom. II 26—29 (und 25) in allen Hn. auch zwischen II 2 und II 8 vorkommen, so auch in S fol. 42^v—43^r. Dieser Stelle sind sie also vom Exzerptor entnommen, als er das Bedürfnis empfand, aus Stereom. II (vgl. zu Cap. 80 ff.) einiges nachzutragen (über verschiedene πίθοι und eine Badewanne).

Cap. 197 = *Μετρήσ.* 49.

Cap. 198 = S fol. 41^{r-v}, nur mit Änderung des Anfangs (τετράσειρον μετρήσομεν S)

in Ἄλλη μέτρησις τετρασείρου, weil vorher *Μετρήσ.* 49 eingeschoben war; offenbar ist der Schreiber durch das Stück in S daran erinnert worden, daß er etwas Ähnliches in den schon exzerpierten *Μετρήσεις* gelesen hatte, und hat dann dies hier nachgetragen. Das mag auch die Veranlassung sein, weshalb er noch einen Nachtrag aus den *Μετρήσεις* hinzufügt:

Cap. 199 = *Μετρήσ.* 52.

Er hat wohl ursprünglich mit den Vielecken nur bis zum Sechseck (Cap. 76) aber gehen wollen, war ja aber inzwischen durch die Diophanes-Exzerpte weiter geführt worden.

Cap. 200—201 — Eigenes?

Eine Quelle für diese beiden Kapitel kann ich nicht nachweisen; vielleicht haben sie dieselbe Herkunft wie die einigermaßen ähnlichen Capp. 102—103. Sie sind rein landwirtschaftlich-metrologisch. Ebensowenig kann ich die Quelle nachweisen für das willkürlich eingeschobene

Cap. 202 — Vermessung eines Ofens.

Eine ähnliche, aber nicht, wie sonst, wörtlich übereinstimmende Aufgabe S fol. 39^v. Zum Schluß greift der Exzerptor noch einmal zu seiner Hauptquelle:

Cap. 203—205 = S fol. 54^{r-v} (ein kleiner Abschnitt für sich).

Es ist eng verwandt mit Capp. 200—201, die deshalb hier angebracht sind.

An dem Liber Geeponicus können wir also mit Händen greifen, wie ein byzantinischer Schreiber auf diesem Gebiete arbeitet und was ihm alles zur Verfügung steht. Auf dieselbe Weise ist S selbst entstanden, nur in einer älteren Zeit, wo die wissenschaftlichen Ansprüche größer waren



und man sich nicht mit so mageren Auszügen begnügte, wie der Landwirt, für den Vat. 215 geschrieben wurde.

Noch früher sind auf dieselbe Weise die Sammlungen von Aufgaben zustande gekommen, die bei HULTSCH als HERONS Geometrie, Stereometrie I—II und Mensurae stehen. Es bleibt zu untersuchen, in welchem Umfange und auf welche Weise echte Heronische Schriften zugrunde liegen. Die Geodaisia (HULTSCH S. 141 ff.) ist nur byzantinischer Auszug aus der Geometrie, der als selbständiges Werk ebenfalls verchwinden muß, aber hie und da eine richtigere Lesart beisteuert, wie S. 47, 20 *κυνόστομον* für das unsinnige *κοινόστομον*. Die Definitiones halte ich nach wie vor für echt; ihre Stellung in der Schriftstellerei HERONS ist der springende Punkt der Heronischen Frage.

Über die (Pseudo-) Euklidische Schrift ‚De Speculis'.

Von SEBASTIAN VOGL (München).

(Mit 15 Abbildungen.)

Einleitung.

In den naturwissenschaftlichen Abhandlungen des Mittelalters wird öfters ein liber ‚EUKLIDIS de Speculis' genannt. Es sind darunter besonders zwei Schriften zu unterscheiden. Die eine ist die griechisch und in lateinischer Übersetzung erhaltene Katoptrik [1]) des EUKLID, die gewöhnlich an die Optik des bekannten Geometers angeschlossen wird, wenn auch der Verfasser wohl nicht derselbe ist. Die andere lateinisch und zum größten Teil hebräisch erhaltene Schrift stellt eine Kompilation von 15 Sätzen dar, die hauptsächlich über die Aufstellung von Spiegeln handeln, sonst aber ohne inneren Zusammenhang stehen. Es ist kaum zu bezweifeln, daß auch dieses wahrscheinlich aus dem Arabischen stammende Schriftchen nicht von EUKLID verfaßt ist. [2])

1) Eine als Katoptrik des EUKLID betitelte Schrift wird von GEMINUS bei PROCLUS in I, elem. 69,2 ebenso anerkennend wie die Optik hervorgehoben. Diese Erwähnung zeigt, daß noch im 1. Jahrh. v. Chr. die Erinnerung an eine Katoptrik des EUKLID lebendig war. Was uns gegenwärtig in den Handschriften und im Drucke als Katoptrik erhalten ist und auch den Gelehrten der scholastischen Zeit vorlag, wird übereinstimmend für unecht gehalten. Sie stellt eine Kompilation dar, die aber aus alten Quellen schöpft. Näh. darüber: HEIBERG: Literargesch. Stud. zu EUKLID, Lpzg. 1882. S. 151.

2) HEIBERG l. c. S. 8. — HEIBERG: EUCLIDIS opera omnia (1895) Proleg. LI. ff. — ROSE: Anecdota Graeca et Graecolat. II. S. 290. In den Titeln der Handschriften findet sich zuweilen beigefügt ‚immo liber PTOLEMAEI de speculis'. Dies kommt daher, daß die Schrift vor allem die ersten 3 Probleme dem liber Ptol. de speculis entlehnt, welch letzterer aber dem HERON zugehört. Vgl. NIX und SCHMIDT: HERONIS ALEX. Mechanik und Katoptrik. Lpzg. 1901.

Über die Entstehung der Schrift fehlen bis jetzt sichere Anhaltspunkte. Herr Dr. BJÖRNBO in Kopenhagen teilt mit, daß nach den Handschriften das Werk im 13. Jahrh. in der lat. Übers. vorlag. Diese Übers. gehöre aber aller Wahrscheinlichkeit nach GERHARD V. CREMONA oder seiner Schule an, d. h. sie ist in Spanien im 12. Jahrh. hergestellt worden.



Während jedoch die erst genannte Katoptrik schon seit 1557 im Drucke vorliegt,[1] war die zweite (Pseudo-) EUKLIDISCHE Schrift bisher nur handschriftlich in verschiedenen Bibliotheken[2] bekannt und konnte deshalb in ihrer Bedeutung für die Geschichte der Physik noch wenig gewürdigt werden.

Nunmehr hat sich Herr Bibliothekar Dr. A. A. BJÖRNBO in Kopenhagen der großen Mühe unterzogen für diese und noch zwei weitere wichtige physikalische Handschriften[3] eine Druckausgabe vorzubereiten. Zugleich hatte er die große Güte, mir durch Vermittlung meines verehrten Lehrers Dr. E. WIEDEMANN in Erlangen seine Abschriften zur Einsicht zu übersenden und mir zu gestatten, ein Referat über den Inhalt dieser Schriften seinen Textpublikationen vorauszuschicken. Für dieses freundliche Entgegenkommen will ich auch hier den Herren Dr. A. A. BJÖRNBO und Dr. E. WIEDEMANN, welch' letzterer mir auch zahlreiche Winke bei der Bearbeitung der genannten Schriften zu teil werden ließ, den verbindlichsten Dank aussprechen.

Desgleichen danke ich bestens den Herren Privatgelehrten Dr. EHRENTREU und Dr. KAHEN in München für die gefällige Übersetzung des hebr. Textes im COD. HEBR. MON. 36, sowie den Vorständen der K. Hof- und Staatsbibliothek für die freundliche Überlassung der Bücher.

Diese (Pseudo-) Euklidische Schrift finde ich vor allem bei ROGER BACO erwähnt, mit dessen Physik ich mich eingehend beschäftigt habe. In seinem Op. mai. (BRIDGES) II, 491 schreibt er: „Es lehrt nämlich EUKLIDES in der 33.

1) PENA und DASYPODIUS gaben sie im gleichen Jahre mit der Optik heraus.

2) Nach ROSE l. c. S. 290 Cod. Par. 9335 (suppl. lat. 49), Katalog der Paris Ms. von LEOP. DÉLISLE S. 28.

Cod. Erf. Ampl. qu. 385 saec. 14—15; Norimb. cent. V 64, saec. XIV. — Nach HEIBERG, op. omn. . . . Proleg. LI außerdem noch Cod. Magliab. XI 30 und XI 55; Dresd. Db. 86 f. 274 u; Paris suppl. Gr. 263 f. u. 179 u.

STEINSCHNEIDER verweist in Ztschr. d. Math. u. Phys. Bd. X. 1865 p. 464 u. 472 und in der Monatsschr. f. Gesch. und Wissensch. d. Judent. (37) 1893 S. 520 auf einen Cod. Monac. Hebr. 36 Blatt 261 u. 262 und auf einen Cod. Vat. 400. Dort ist unsere (Pseudo-) Eukl. Schrift an die Optik des EUKLID angefügt. Im Münchener hebr. Codex finden wir alle Sätze unserer Schrift bis auf den letzten No. 15 teils mit unserem lat. Text übereinstimmend und teils gekürzt. Die Zeichnungen sind mehrmals unkorrekt. Mit Nummern ausgezeichnet sind im ganzen 5 Sätze, No. 1; 2; 3; nun folgt eingeschoben ohne Nummer, was im lat. Text No. 4 und 7 ist, die auch zusammengehören; 4, im l. T. No. 8; 5, im l. T. No. 5; nun folgen ohne Nummer aufeinander, was im l. T. unter No. 6; 9; 10; 11a u. b; 12; 13 (Brennspiegel anterius et posterius); 14 (Brennkugel, Kristall) steht.

3) Es sind dies die optischen Schriften: ALKINDI de aspectibus und TIDEUS de speculis, deren Bearbeitung demnächst veröffentlicht wird.



Propos. ‚de speculis' einen solchen Spiegel fertigen, der vorne und rückwärts (ante et retro) eine Vereinigung der Strahlen ergibt;" und wiederum op. mai. II. 538. „Es lehrt aber EUKLID einen Spiegel fertigen, der vorne und hinten (ante et retro) brennt." Die bekannte Katoptrik kann hier nicht gemeint sein, denn diese enthält diesen Satz überhaupt nicht und zählt nur 30 resp. 31 [1]) Sätze, von denen der letzte über die sphärischen Brennspiegel handelt, was BACO selbst ausdrücklich bestätigt. [2]) Unsere (Pseudo-) Euklidische Schrift umfaßt aber nur 15 Sätze, von denen der 13. von den Spiegeln mit dem Brennpunkt anterius et posterius handelt. Als Erklärung für diese Verschiedenheit kann vorläufig nichts Bestimmtes angegeben werden.

Einen weiteren Satz gebraucht BACO im op. mai. II. 493: „Wie EUKLID im Buche ‚de speculis' sagt, und in der 7. Proposition beweist, ist die Figur des Lichtes größer als die Öffnung." Dies ist aber der 9. Satz unserer (Pseudo-) Euklid. Schrift ‚de speculis'. Nach der Anordnung im hebr. Codex (München) dürfte es besser stimmen.

Endlich beruft sich BACO noch auf den 5. Satz unserer Euklidischen Schrift im op. mai. II. 484: „ . . . und denselben Beweis führt EUKLID zum 5. Satze seines Buches." Dieser Hinweis (es handelt sich um einfallenden und reflektierten Strahl bei Planspiegeln) stimmt genau mit dem 5. Satze der vorliegenden (Pseudo-) Euklidischen Kompilation. [3])

Halten wir noch Umschau bei anderen Gelehrten der Scholastik, so finden wir unsere Schrift weiter erwähnt bei ALBERTUS MAGNUS: [4]) „Es kann", so schreibt er, „durch Heben und Senken eines Spiegels bewirkt werden, daß der Beobachter den Spiegel sieht, sich selbst aber nicht, wie EUKLID in der Prospektiva zeigt." Dieser hier angeführte Satz ist der erste unserer Schrift.

Eine weitere Stelle, mit welcher wohl der 6. Satz unserer Schrift gemeint ist, haben wir im 2. Buche der Meteorologie: „Wie EUKLID sagt, zeigt ein (Plan) Spiegel nicht nur das Bild eines Dinges, sondern auch

---

1) In der Ausgabe von DAVID GREGORIUS ist der 20. Satz der Ausgabe von DASYPODIUS in 20. u. 21. getrennt. Daher kommt es, daß der letzte Satz als 30. (HEIBERG) und 31. bezeichnet wird. In der Ausgabe der Optik des WITELO sind die Euklid. Sätze nach der Ausgabe des GREGORY zitiert.

2) op. mai. I. 115 II, 490. Speculo concavo ad solem posito, ignis accendatur, sicut dicit ultima propositio de speculis, scilicet in puncto axis . . . . . Ebenso: ROG. BACO: de speculis ed. COMBACH S. 168. „Aus den Hohlspiegeln, die man der Sonne gegenüber stellt, entzündet sich Feuer, wie dies der letzte Satz des Buches ‚de speculis communibus' zeigt." Nun folgt die nähere Darlegung ganz wie in der Katoptrik des EUKLID.

3) In der Katoptrik d. EUKLID findet sich dieser Satz in No. 1 u. 2.

4) De Sensu et Sensato (BORGNET) IX. Bd. parva nat. tract. I. cap. 8 S. 17.



die Distanz vom Spiegel; das Ding wird nämlich in der Tiefe des Spiegels in einer solchen Distanz gesehen, als es vor dem Spiegel absteht."[1])

Ferner sei VINCENZ von BEAUVAIS genannt, der den 7. Satz unserer Eukl. Schrift heranzieht:[2]) „Denn EUKLID beweist im Buche ‚de speculis', daß sich alles Sehen unter einem stumpfwinkligen Dreieck (sub triangulo ampligonio; EUKLID hat: triangulus est ampligonius) vollzieht". In demselben Kapitel heißt es weiter: „Von EUKLID ist der Beweis gefunden worden, daß die Reflexion des Lichtes immer nach gleichen Winkeln oder in sich selbst stattfindet. Nach gleichen Winkeln geschieht sie nämlich, wenn der Strahl schief auf die Spiegelfläche kommt, in sich selbst, wenn er senkrecht einfällt." Diesen Satz enthält zwar auch die Katoptrik (No. 1 und 2), aber dem Texte nach stimmt er mehr mit dem 5. unserer Schrift.

Schließlich finden wir einen großen Teil der Sätze bei WITELO, wie im Folgenden näher gezeigt wird.

Nach diesen Bemerkungen wollen wir nun die einzelnen Sätze der Schrift näher besprechen.

Tractatus (Pseudo-) Euclidis de Speculis.

1.

Aufstellung eines Spiegels, so daß ein Beobachter das Bild eines Gegenstandes sieht, aber nicht sein eigenes.

Dieses Problem ist dasselbe wie No. 18 der Katoptrik des HERON. Es findet sich lat. und deutsch mit anschaulicher Zeichnung in der Ausgabe von NIX und SCHMIDT[3]), ferner bei VALENTIN ROSE: Anecdota Graeca et Graecolatina,[4]) und bei WITELO V, 56. In der RISNERschen Ausgabe 1572 ist auch zitiert PTOL. 9 th. 2 catoptr.[5]) Wie schon in der Einleitung erwähnt, verweist auch ALB. MAGNUS auf diesen Satz.

1) Ganz dem angeführten Wortlaute nach behandelt diesen Satz ALKINDI in seinem B. de aspectibus.

2) VINC. BELLOV. Spec. nat. lib. III. c. 77.

3) Bibl. Script. Graec. et Roman. TEUBNER. HERONIS ALEX. opera . . 1901, vol II. p. 358.

4) PTOL. de speculis II. Heft (1870) S. 318 u. 328.

5) Dies ist nichts anderes als das Buch ‚de speculis' des PTOLEM., das aber wahrscheinlich dem HERON gehört. Näh. darüber bei L. NIX u. SCHMIDT und VAL. ROSE l. c. Nach den Zitaten in der Ausgabe der Optik des WITELO gab es aber sicher noch eine andere Ausgabe von dieser Schrift ‚de speculis', wie auch MARTIN vermutet (NIX u. SCHMIDT. l. c. p. 309). Eine Teilung der fraglichen Schrift in 2 Bücher wird von ROSE (Anecd. II. p. 322 und 330 Anm.) und auch von B. BONCOMPAGNI angegeben (Delle versioni fatte da PLATONE TIBURTINO Roma 1851 S. 9 u. 21 f.). Das zweite Problem unseres Pseudo-Eukl. ‚de spec.', das WITELO V, 64. behandelt und mit Ptol. 4 th. 2 catoptr. identifiziert, findet sich in der Ausgabe von NIX u. SCHMIDT und von ROSE überhaupt nicht.



Fig. 1. Ein rechtwinkliger Spiegel b d sei unter einem Winkel a b d = 30° gegen eine Wand a b gestellt, die senkrecht auf der Ebene b g steht. Das Auge des Beobachters sei in g. Zieht man von g aus ein Lot auf den Spiegel, so soll dieses über den Spiegel hinaus nach e fallen. Der Strahl g d, der gerade den Spiegelrand trifft, wird dann nach dem Reflexionsgesetze auf einen Punkt z der Ebene b g abgelenkt. Errichtet man in z ein Lot z h und zieht von einem Punkte aus, der von z um die Spiegellänge d b abstehen möge, eine Parallele i t zum Spiegel d b, so wird der Beobachter in g jeden Gegenstand z t der sich innerhalb z i befindet, oder auf i t (bei HERON als Spiegel gedacht, vor dem eine Figur steht) abgebildet ist, sehen, sich selbst aber nicht.

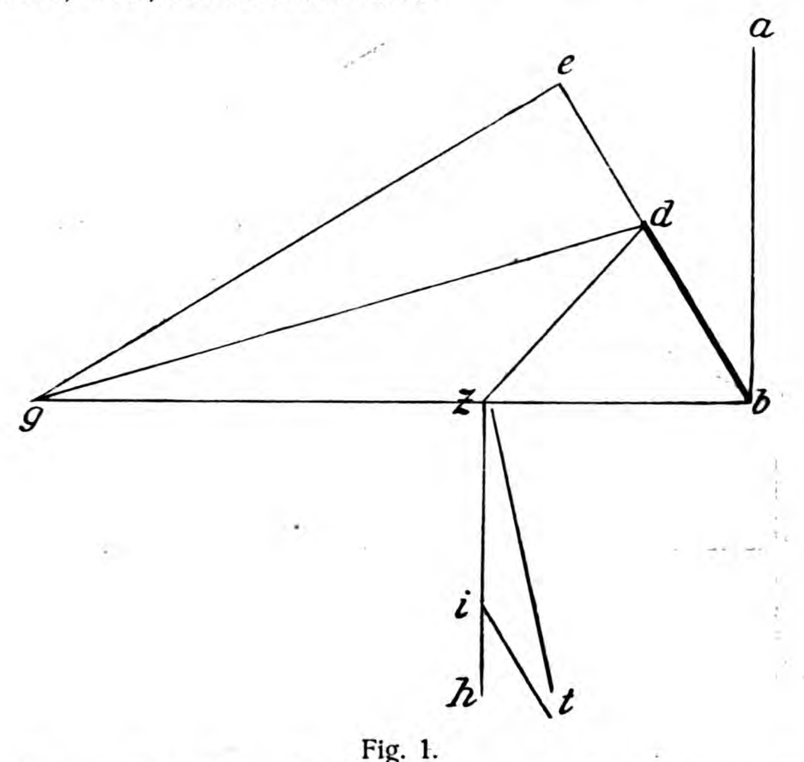


Fig. 1.

Der Text in Cod. Hebr. Mon. stimmt mit dem lateinischen vollständig überein. Nur ist dort die Figur nicht allwegs korrekt.

2.

Aufstellung zweier Spiegel so, daß ein Beobachter in dem einen sein Bild kommen, in dem andern gehen sieht.

Dasselbe Problem findet sich wieder bei WITELO V, 64. Dort das Zitat Ptol. 4 th. 2 catoptr. [1]). Eine ähnliche Anordnung ist in HERONS Katoptrik No. XII gegeben. Es handelt sich hier um 2 Winkelspiegel, die gegen einander drehbar sind. Bei einer gewissen Neigung sieht sich ein Beobachter in dem einen Spiegel kommen, in dem anderen durch Reflexion des ersten Spiegelbildes im zweiten gehen. WITELO bezeichnet diese Anordnung als

1) Siehe die vorausgeh. Bemerkung.

eine klug erdachte Erfindung der Alten, die mehr der mechanischen Ausführung als des Beweises bedarf.

Fig. 2. Man zeichne eine Linie a b etwa 4 Ellen lang. Auf dieser trage man von a aus eine Strecke a g ab, die gleich $^1/_4$ der Spiegelhöhe ist und errichte in a und g Senkrechte auf a b. Sodann halbiere man die Strecke b g und errichte im Halbierungspunkte d wiederum die Senkrechte und zwar in einer Höhe, die gleich der Spiegelhöhe ist; sie sei d z. Desgleichen in b ein Lot b t h, so daß b t = b h = halbe Spiegelhöhe. Sodann verbinde man die Punkte t und z, be-

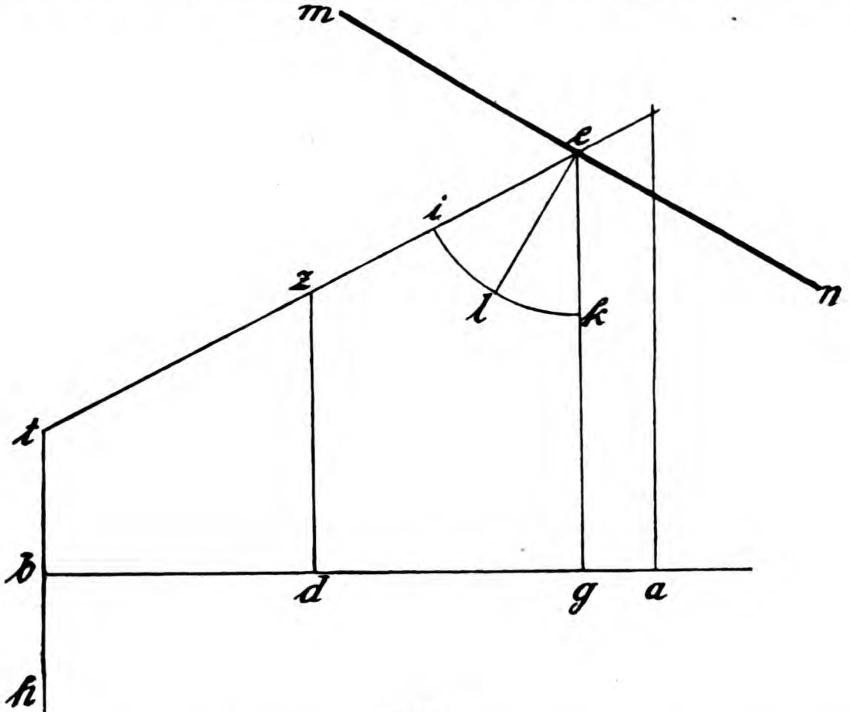


Fig. 2.

zeichne den Schnittpunkt dieser Geraden mit der Senkrechten in g mit e und ziehe um e als Zentrum einen beliebigen Kreisbogen, z. B. i k. Diesen Bogen halbiere man und verbinde den Halbierungspunkt l mit e. In e errichte man auf l e eine Senkrechte m n und mache m e = n e = Spiegelhöhe.

Lassen wir nun einen der 2 Spiegel auf der Linie m n stehen[1]) und drehen den anderen[2]), während das Auge sich im Punkte d befindet, so sieht ein Beobachter sich selbst in dem einen Spiegel kommen und in dem anderen sich entfernen[3]).

3.

Konstruktion eines Spiegels, in welchem, wenn ein Beschauer einen seiner Teile bewegt, das Spiegelbild ebendenselben bewegt, und zwar einen rechten Teil mit der rechten und einen linken mit der linken Hand.

---

1) Die Linie l e soll fest liegen.

2) z. B. um ein horizontales Scharnier in e.

3) Bei WITELO ist die Anordnung, wie nebenstehende Figur 3. Dieser ähnlich ist auch die Zeichnung im Cod. Hebr. Mon. 36.

Dies ist Problem XI der Katoptrik des HERON. Dasselbe bei WITELO IX, 35 (dort ist zit. PTOL. Katoptr. 3 th. 2. [1]) und EUKLID Katoptr. 29.

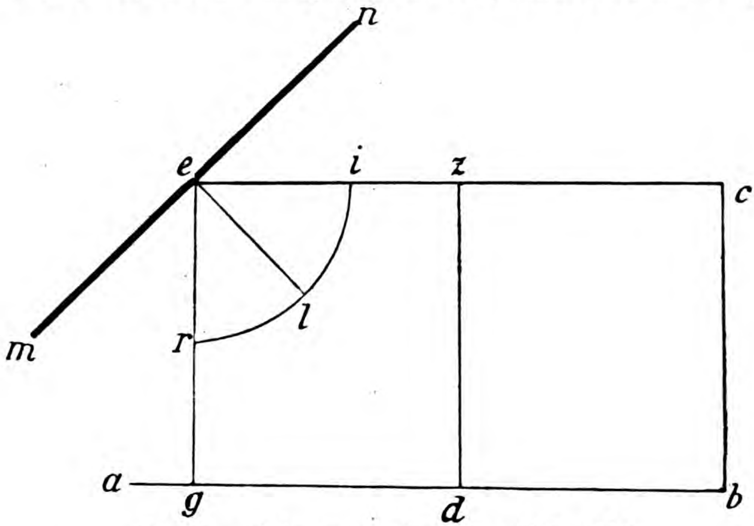


Fig. 3. (Siehe unter Anm. 3 auf S. 424.)

Fig. 4. Wir beschreiben einen Kreis, dessen (von der Seite des eingeschriebenen Fünfecks abgeschnittener) Bogen so groß ist als wir den Spiegel haben wollen. Von diesem Kreise schneiden wir auch noch mit der eingeschriebenen Sechsecksseite einen Bogen ab.

Sodann fertigen wir mit den abgeschnittenen Bogen zwei Formen (regula) [2]) eine hohle aus dem Fünfecksbogen und eine erhabene aus dem Bogen über der Sechsecksseite.

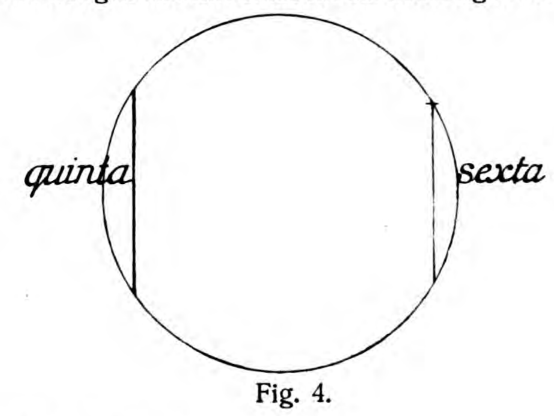


Fig. 4.

1) Siehe Bemerk. zu Satz 1.

2) Wir können sie uns wie Gesimshobel vorstellen; siehe nebenstehende Fig. (WITELO n. HERON).

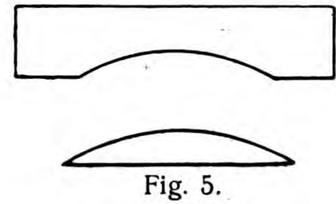


Fig. 5.

Nun nehmen wir ein Stück reines Eisen, das rechtwinklig und einem Ziegelsteine ähnlich ist, von entsprechender Dicke. Die Länge sei so groß wie die beiden Sehnen (des Fünf- und Sechseckes) zusammen [1]), die Breite habe die Dimension der Sechsecksseite.

Auf diesem Eisenstück schleifen wir nun nach der hohlen Form (Bogen über der Fünfecksseite) einen konvexen Zylinderspiegel, (dessen Achse mit der Breite des Eisenstückes parallel läuft) und daran anschließend ohne die Wölbung des Zylinderspiegels zu vermindern einen konkaven Zylinderspiegel mit der anderen Form (Bogen über der Sechsecksseite), der also in der Tiefe des Eisenstückes liegt und seine Achse wieder parallel der Breitenkante hat [2]).

Endlich polieren wir die Spiegel, bis sie gut zeigen.

Wenn nun ein Beobachter auf diesen Spiegel blickt und seine rechte Hand bewegt so bewegt auch das Spiegelbild die rechte Hand. Aber das ist noch nicht alles. Wenn wir den Spiegel drehen [3]), so daß das Gesicht zurücktritt, so kehren wir das Bild des Gesichtes um, so lange der Beobachter der Längsseite des Spiegels gegenübersteht [4]).

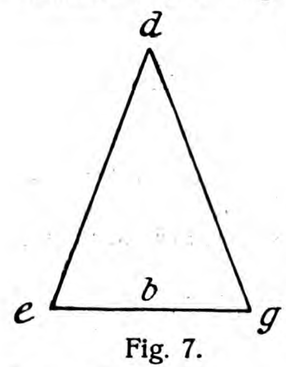


Fig. 7.

4.

Erklärung der Sehstrahlen.

Fig. 7. Es geht von der Pupille des Auges d eine Leuchtkraft aus, die in der begegnenden Luft einen Licht. kegel (lumen pineale) d e g eindrückt. Je weiter sich dieser Kegel erstreckt, desto größer wird seine Basis, die beim Sehobjekte endet. Das Auge erfaßt nur das, worauf dieser Strahlenkegel fällt.

---

1) Im Texte steht: Die Länge sei so groß wie die Fünfecksseite. Es muß aber wohl heißen: wie die Fünf- und Sechsecksseite zusammen. WITELO hat Länge größer als Fünf- u. Sechseckss. zusammen, Breite größer als Sechsecksseite.

2) Ein Längsdurchschnitt gibt dann eine wellenartige Figur.

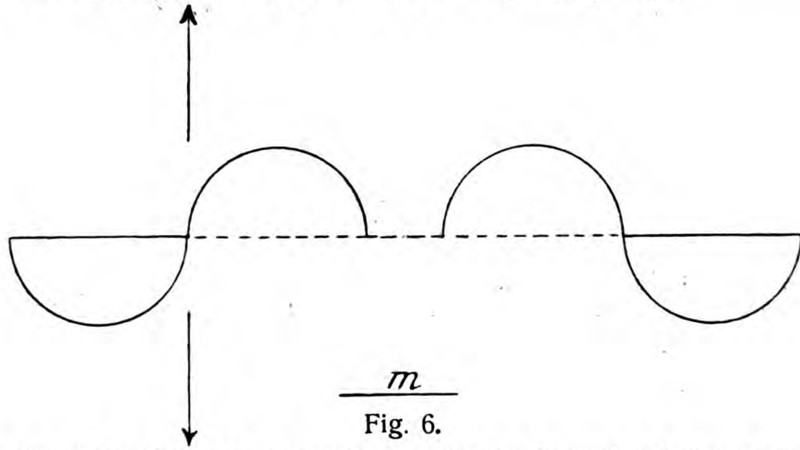


Fig. 6.

3) Sowohl bei WITELO als bei HERON ist der Spiegel auf einem Lager drehbar. Es entstehen dann zwei Lagen, wie die Figur 6 zeigt, die auch bei EUKLID Katoptr. 29 (HEIBERG) und WITELO sich findet.

4) Der Beobachter sei bei m. — Der Text ist unklar.

5.
Reflexion der Strahlen.

Fig. 8. Wenn ein Strahl e d, mag er vom Auge oder von der Sonne ausgehen, auf einen dichten blanken Körper mit glatter Oberfläche, z. B. auf den Spiegel a b fällt, so findet Reflexion des Strahles nach z statt und zwar so, daß der einfallende Strahl denselben Winkel mit der Spiegelfläche bildet wie der reflektierte. Es ist also m = s. Nur wenn der Strahl lotrecht auf den Spiegel trifft (t d a = R), wird er in sich selbst zurückgelenkt.

Würde der Spiegel a b den Strahl e d in seinem Gange nicht hindern, so würde er sich in der Richtung von e g fortpflanzen. Denkt man sich die Linie e g aus feinem Draht und mit a b fest verbunden, so kann man a b drehen, bis d g in die Ebene z b a fällt. d g bildet dabei mit a b stets den gleichen Winkel g d b, der dem Winkel a d e gleich ist. So wird auch der Winkel z d b gleich dem Winkel a d e, weshalb d g auf d z fallen muß. In dieser Weise findet also die Reflexion des Strahles e d nach d z statt und werden die Winkel m und s gleich[1]).

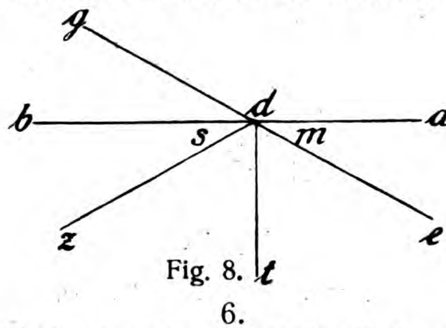


Fig. 8.

6.
Die Spiegelbilder befinden sich in gerader Richtung vom Auge aus hinter dem Spiegel.

Fig. 8. Es sei a b ein Spiegel und das Auge in e. Wir umgeben nun den Sehstrahl mit einer Hülle in der Weise, daß wir vor das Auge die Öffnung eines feinen Schilfröhrchens oder dergleichen (foramen canne subtile aut canalem) bringen und nach d visieren. Wir sehen dann im Spiegel alles, was auf der Linie d g ist, da der Strahl e d geradlinig bis g fortgehen würde, wenn er an a b nicht ein Hindernis fände. Nach dem vorausgehenden Satze wird er aber nach z umgebogen, so daß man also z in der Richtung von d g hinter dem Spiegel sieht.

7.
Größe des Sehwinkels.

Fig. 9. Der Sehstrahl oder vielmehr der Sehkegel (rad. pinealis) ist Licht-das vom Auge ausgeht. Die Spitze g liegt bei einem Punkte des Auges; der Win-

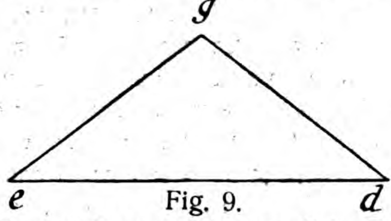


Fig. 9.

1) Wir haben dasselbe bei ALKINDI ,de speculis'. ROGER BACO behandelt den Fall in derselben Weise und zitiert außer ALKINDI noch unsere Schrift: EUKLID V. sui libri (op. mai. II. 484).



kel e g d ist sehr ausgespannt und umfaßt einen Teil des Himmels, auf den der Strahlenkegel gerichtet ist. Der Sehwinkel ist also größer als ein rechter (ampligonius) [1]).

8.

Die Sonnenstrahlen.

Fig. 10. Ähnlich wie vom Auge geht von jedem Punkte des Sonnenkörpers ein Strahlenkegel aus, wodurch die Hälfte der Erde vom Lichte getroffen wird. Die ganze von der Sonne ausgehende Lichtmenge verengert sich immer mehr über der Erde und auch der Schatten, den die Erde wirft, wird immer enger, bis er zu einem einzigen Punkte außerhalb der Erde gelangt und die Form eines Kegels (pinea) annimmt.

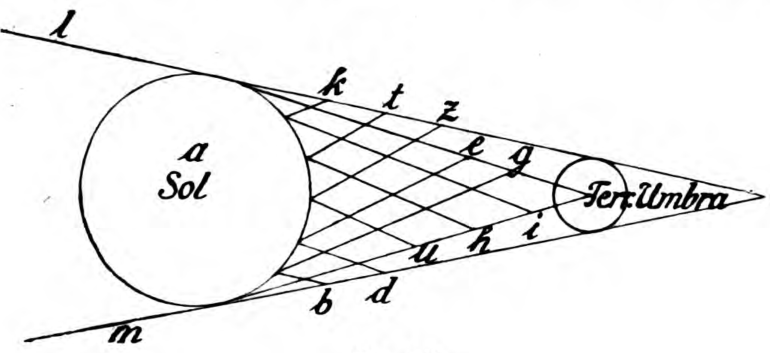


Fig. 10.

Es sei der Kreis a die Sonne. Von allen Punkten derselben gehen Strahlenkegel aus, z. B. b g. d e, u z, h t, i k, m h, l e, welche den ganzen Horizont und die Hälfte [2]) der Erde mit Licht erfüllen. Der Schatten der Erde wird dann zusammengedrängt und endet wie ein Kegel in einem Punkte.

Ähnlich ist es beim Schatten eines Balkens und einer rechteckigen ungleichseitigen Fläche. Stellt man sie so auf, daß die Längsseite die Erde berührt, so wird der Schatten der Längsseite im Vergleich zum Schatten der Breitenseite um so kleiner werden, je weiter die Fläche von der Sonne entfernt ist. Ebenso wirft

---

1) Nr. 7 gehört eigentlich zu Nr. 4. Der hebr. Cod. Mon. vereinigt auch die beiden Fälle. Was die Größe des Sehwinkels betrifft, den die Landschaftsmaler auf 60°—45° annehmen, lehrt ROGER BACO, op. mai. II. S. 61: „Man weiß aus der Erfahrung, daß das Auge von der Oberfläche der Erde aus nicht den 4. Teil des Himmels erfassen kann." WITELO IV, 3: „Der größte Sehwinkel ist kleiner als ein rechter, aber nicht viel." — —. DAMIANUS HELIOD. LAR.: De opticis libr. II. ab ERASMO BARTHOLINO Paris 1657, Kap. V., S. 9 und HIRSCHBERG: Gesch d. Aughk., S. 168: „Der Sehkegel ist rechtwinklig. Wir sehen nämlich auf einmal den 4. Teil des Himmels." . . Er unterscheidet aber weiter zwischen generaliter und accurate sehen. Generaliter sieht man Mehreres zugleich, accurate nur nacheinander. ALBERTUS MAGNUS schreibt als Lehre des EMPEDOKLES im Buche de Sensu et Sensato (BORGNET, Bd. IX, S. 8 f.): „Vom Auge geht eine Lichtpyramide aus, welche die ganze Hemisphäre erfüllt und, hinreicht, alle Sehobjekte zu erfassen." Als Grund wird angegeben, daß jeder Mensch zugleich 6 Himmelszeichen sieht, die über die ganze Hemisphäre zerstreut sind.

2) Ist gegen EUKLID, Optik 26.

jeder andere Gegenstand, der gerade auf der Erde aufgestellt ist, einen um so längeren Schatten, je weiter er von der Sonne absteht[1]).

9.

Wenn das Licht der Sonne durch ein Fenster[2]) fällt, so ist die Projektion auf die Erde größer als das Fenster.

Dasselbe Theorem mit derselben Zeichnung und den nämlichen Buchstaben bei WITELO II, 36 f. ROGER BACO beruft sich darauf im op. mai. II, 493[3]).

Fig. 11. Es sei der Kreis um a die Sonne, von welcher Strahlen ausgehen, wie sie die Figur zeigt. c b[4]) sei das Fenster, t z die Ebene des Bodens. Wir ziehen den Strahl e von der Sonne, der den Fensterrand in b berühre und auf z falle das ein Punkt der Erdoberfläche ist. Ebenso g t. Daraus ist schon klar, daß die Linie t z größer ist als die Linie c b.

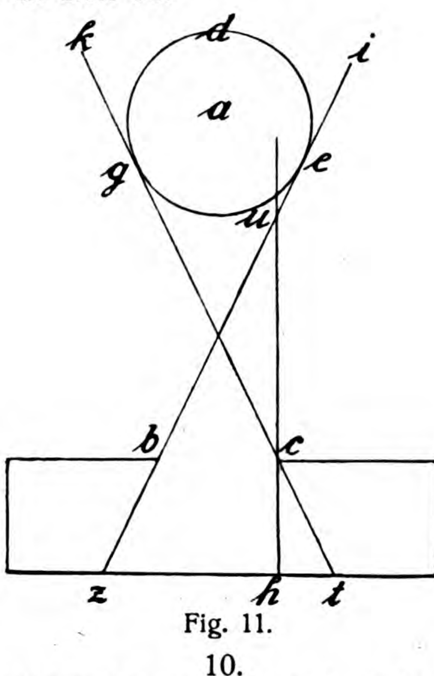


Fig. 11.

10.

Bei der Sonnenfinsternis aber vermindert sich der Lichteinfall durch das Fenster, d. h. die Projektion ist nicht rund, sondern hat die Quantität der Verminderung. Die Abnahme des projizierten Lichtes ist proportional der Verminderung der Verfinsterung.

1) Man dachte sich den Himmel eben, die Sonne also am Abend, wo sie größere Schatten wirft, weiter entfernt.

2) Unter fenestra, Fenster, ist gewöhnlich nicht ein ganzes Fenster zu verstehen, sondern nur ein Loch oder eine Öffnung in demselben (foramen). Man könnte dann setzen: Öffnung im Fenster. Vgl. CURTZE in Himmel und Erde. Illustr. naturw. Monatschr. der Urania, Berlin 1901, p. 226.

3) Näheres darüber in der Einleitung zur vorliegenden Besprechung.

4) Im lat. und hebr. Text, sowie in der zugehörigen Figur steht statt c der Buchstabe a. WITELO hat c, welches wir beibehalten, da a schon als Kreismittelpunkt vorkommt.



Es sei Fig. 11 d g u der verfinsterte Teil und d e u entsende Licht; u c h sei der Grenzstrahl. Dann wird nur der Teil t h Licht empfangen, der Rest h z nicht und es muß das Verhältnis bestehen (h z) : (d e u) = (t h) : (d g u). So nämlich findet es sich, so oft ein solches Ereignis eintritt[1]).

11 a.

Von der Sonne gehen die Strahlen nicht parallel aus. Nur infolge der großen Länge scheinen sie unserem Auge parallel zu sein.

Erklärung und Zeichnung hierzu gibt auch WITELO II, 35.

Der Beweis ist kurz folgender:

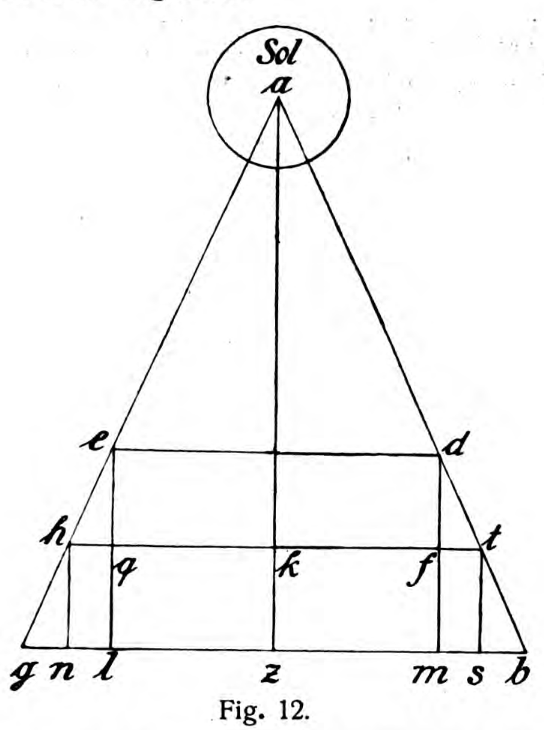


Fig. 12.

Fig 12. h q : h t ist viel kleiner als e u : d e (da d e = $qf < ht$)
e u : d e noch viel kleiner als h q : h t
g n : g b wieder noch viel kleiner als h q : h t u. s. f.

Je größer also die Entfernung von a ist, desto kleiner ist der Überschuß, um den die nachfolgende Basis die vorhergehende übertrifft. So scheint z. B. die Linie g b die Linie h t nicht merklich zu übertreffen, weshalb g h parallel b t zu sein scheint. Bei den Sonnenstrahlen wird dies noch begünstigt durch die äußerst kleinen Zwischenräume zwischen den Strahlen im Vergleich zu ihrer Länge[2]).

1) Wir haben in diesen Beobachtungen das Prinzip für die Camera obscura in ihrer einfachsten Art speziell bei Sonnen- und Mondfinsternissen. Näheres über die durch eine Öffnung erzeugten Bilder bei ROGER BACO siehe VOGL: Die Phys. ROG. BACOS. Diss. Erlangen 1906, S. 85 f.

2) Auch bei der Brennpunktskonstr. zum sphär. Hohlspiegel (EUKLID Katoptr. th. 30) werden die auffallenden Strahlen nicht parallel genommen. Näheres hierzu E. WIEDEMANN in d. Ann. d. Phys. N. F. 39 (1890) S. 123 f.

b.

Fig. 13. Lassen wir beispielshalber vom Zentrum der Sonne e aus zwei Strahlen zu uns gelangen, die nicht parallel sein mögen.

Stellen wir nun an ein und demselben Orte und zur selben Zeit zwei Astrolabien auf und bestimmen die Höhe (eines Gestirnes), so sind diese Höhen gleich. Es seien die beiden Astrolabien z und s. Wir ziehen e z, welches der Strahl sein soll, der durch die Regula des Astrolabiums z geht und e s durch die des Astrolabiums s. Sind nun die Strahlen nicht parallel, so müssen die Bögen, welche von den beiden Regeln angezeigt werden, ungleich sein. Es wird Bogen a b auf dem Instrumente s größer sein, als Bogen g d auf z.

In Wirklichkeit ist aber die Höhe zu einer und derselben Zeit und am selben Orte gleich für beide Astrolabien. Es können also die Sonnenstrahlen für unsere Gesichtswahrnehmung nur parallel sein.

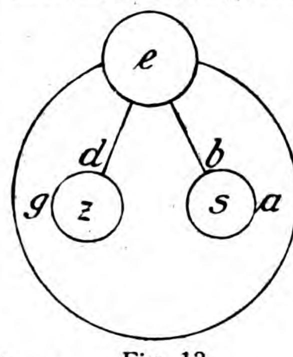


Fig. 13.

12.

Eine Spiegelanordnung, durch welche gezeigt werden möge, wie Randstrahlen von den zwei Seiten eines ebenen Winkelspiegels zum Mittelpunkt eines Kreises gelenkt werden, der den Winkelspiegel umschließt.

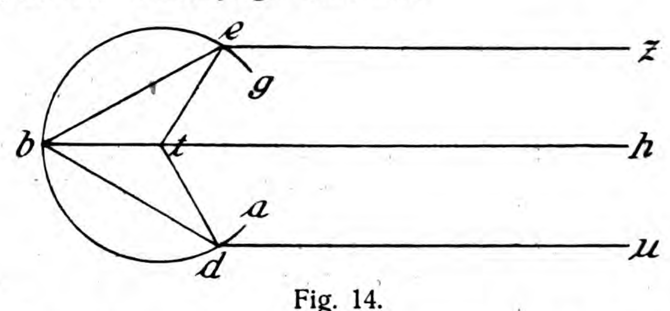


Fig. 14.

Fig. 14. Es sei a b g ein Kreisbogen. In diesem stehe ein Winkelspiegel d b e mit den Spiegeln d b = e b.

Man ziehe durch b und den Kreismittelpunkt eine Linie b t h. Nun mögen von der Sonne zwei parallele Strahlen u d und z e ausgehen, welche auf die beiden Punkte d und e der zwei Linien (Spiegel) b d und b e fallen.

Man verbinde d und e mit dem Mittelpunkte t; es ist dann d t = e t und ∢ t b e = ∢ t b d. Da ferner die Strahlen z e und u d parallel zur Linie h b sein sollen, so ist auch der Winkel z e t = b t e und u d t = b t d, woraus[1]) sich ergibt, daß die Strahlen z e und u d auf den Kreismittelpunkt t gelenkt werden.

13.

Beschreibung eines Spiegels, der nach vorne und nach hinten (anterius et posterius) eine Brennstelle hat.

Hierzu fehlt die Figur auch im hebräischen Text, der sonst mit dem

1) Es ergibt sich leicht, daß die Halbierungslinie des Winkels t e g gerade das Einfallslot ist.

lateinischen bis auf einige Buchstaben übereinstimmt. Außerdem ist aber der Text so unklar, daß es bis jetzt nicht gelungen ist, in beiden ihn vollends klar zu legen [1]).

Es ist die Rede von einem Bogen als Durchschnitt des Spiegels. Die auf den Spiegel fallenden Strahlen vereinigen sich teils in einem Punkte t vor dem Spiegel, teils in p hinter demselben.

ROGER BACO kennt dieses Problem und beruft sich ausdrücklich darauf [2]). Aber auch er schwankt bei der Erklärung desselben hin und her, bis er endlich in der Schrift des IBN AL HAIṮAM über die parabolischen Brennspiegel eine passende Lösung findet. Im op. mai. II, 538 schreibt er:

„Es lehrt aber EUKLID einen Spiegel darstellen, der vorne und rückwärts (ante et retro) brennt. Wenn dieses nach der Art und Weise eines Spiegels geschieht, so kann es von den konkaven und ovalen Spiegeln verstanden werden, insofern beim unteren Pole der Achse das Brennen nach rückwärts und vorwärts stattfindet, ganz ähnlich wie bei den einzelnen Punkten der Achse, wie wir wollen [3]).

Wenn er aber wörtlich das Brennen über den Spiegel hinaus meint, so wäre dies möglich durch Reflexion; dann müßte aber der Spiegel ring-

---

1) Vgl. hierzu die Verhandlungen zwischen E. WIEDEMANN und STEINSCHNEIDER über den in Frage stehenden hebr. Text in der Monatsschrift f. Gesch. und Wissensch. des Judentums, Bd. 37 (1893) S. 520.

2) Op. mai. II. 491: „Es lehrt aber EUKLID in der 33. Proposition über die Spiegel einen Spiegel darstellen, der vorwärts und rückwärts eine Vereinigung der Strahlen ergibt.“ Siehe Einleitung.

3) Sehen wir zunächst von der ovalen Form ab und fassen wir nur die konkaven ins Auge, so erklärt sich hier das Brennen nach vorn und rückwärts aus dem sphärischen Hohlspiegel, wie ihn IBN AL HAIṮAM behandelt. Wie E. WIEDEMANN in WIEDEMANNS Ann. d. Phys., Bd. 39 (1890), S. 116 ff. darlegt, werden nur die Strahlen, die an einem Kreisring reflektiert werden, dessen Ebene senkrecht zur Achse steht, nach einem Punkte der Achse reflektiert. Die Entfernung eines jeden solchen Punktes vom Mittelpunkt ist größer als ein Viertel des Durchmessers. Die Strahlen, die von einem Kreise reflektiert werden, dessen Abstand von dem Pole gleich der Seite eines in den größten Kreis eingeschriebenen regelmäßigen Achteckes ist, werden alle nach dem auf der Achse gelegenen Mittelpunkt des betreffenden Kreises reflektiert. Die Strahlen, die an dem Umfange eines Kreises reflektiert werden, der sich im Abstande eines eingeschriebenen regelmäßigen Sechseckes von dem Pole befindet, werden alle nach dem Pole reflektiert. Je näher der Kreis, an dem die Reflexion eintritt, an dem Pole liegt, um so näher am Mittelpunkt der Kugel liegt der Punkt der Achse, nach welchem die Reflexion stattfindet. Ist der Abstand des Punktes an dem die Reflexion eintritt, von dem Pole größer als die Seite eines regelmäßigen Secksecke̱s, so werden die Strahlen nach einem Punkte reflektiert, der außerhalb der Kugel liegt. (Ähnlich behandelt diesen Hohlspiegel ROGER BACO selbst. Näheres VOGL: Die Phys. R. BACOS. Diss., Erlangen 1906, S. 67 f.)



förmig sein, so daß die Strahlen von zwei Seiten her einfielen, was man sich schwer vorstellen kann und ich bisher nicht erfahren habe [1]).

Sicher kann man aber ein „Perspicuum" [2]) anfertigen, das von der einen Seite her konkav ist und auf der anderen Seite große Dicke besitzt [3]), so daß nach rückwärts die Brennstelle durch Strahlenbrechung, nach vorne aber durch Reflexion stattfindet [4]).

Wendet man aber gegen diese verschiedenen Brennmöglichkeiten ein, daß der brennbare Stoff zwischen Sonne und Spiegel liegt, weshalb keine Reflexion möglich ist und darum auch keine Brennstelle und überhaupt kein Strahleneinfall, so ist zu bemerken, daß eben der Brennstoff nicht direkt vor den Spiegel gebracht werden darf, sondern von der Seite her und mit Vorsicht, was die Experimentatoren verstehen [5])."

In klarer Weise behandelt diesen Spiegel, der nach vorn und hinten eine Brennstelle hat, IBN AL HAIṮAM und zwar als parabolischen Hohlspiegel [6]).

ROGER BACO bespricht diesen an mehreren Stellen [7]) und besonders in seinem eigenen Spiegelbuch, wobei er sich ganz an das arabische Werk anlehnt. Es vereinigen sich hiernach alle einfallenden Strahlen im Brenn-

---

1) Bei diesem hier genannten ringförmigen Spiegel haben wir bereits an den parabolischen Hohlspiegel zu denken, wie nachher gezeigt wird. ROGER BACO spricht schon im op. mai. II. 490 f. davon: Der Verfasser des Buches über die Brennspiegel lehrt einen Spiegel von der Gestalt eines Eies oder Ringes fertigen, bei dem die Reflexion von allen Kreisringen auf einen einzigen Punkt der Achse stattfindet. Es ist dabei, als wenn der sphärische Hohlspiegel solange gedrückt worden wäre, bis er diese Form erhielt. Wie der Ring selbst entsteht, wird im Nachfolgenden gezeigt.

2) Das Wort „Perspicuum" gebraucht BACO sowohl für durchsichtige, brechende als auch für reflektierende Medien (Glasspiegel).

3) Hier ist zu op. mai. II. 538 die Korrektur aus Vol. III (Ergänz.-Bd.) S. 156 zu beachten: „concavum ex una et convexum ex alia parte habens spissitudinem magnam."

4) Da im Mittelalter der Brennpunkt von Glaskugeln und mit Wasser gefüllten Flaschen bekannt war, so ist es möglich, daß sich ROGER BACO Gebilde von der Gestalt einer konvex-konkaven Linse vorstellt. Etwas Ähnliches hätten wir in dem Smaragd, von dem PLINIUS h. n. l. 37 § 64 spricht. Derselbe ist hohl ausgeschliffen, um die Strahlen zusammenzudrängen (Hohlspiegel). Diejenigen, deren Körper ausgedehnt ist, geben ebenso wie die Spiegel den zurückgelehnten Beobachtern die Bilder der Gegenstände wieder. Näheres bei HIRSCHBERG, Gesch. d. Augenheilkunde im Altert. S. 176 f. Es kommen 40 cm lange und 25 cm dicke Kristalle vor; vielleicht versteht PLINIUS solche unter smar. Scythici et Ägypt.

5) Der Gedanke ist, daß man den Hohlspiegel vielleicht etwas neigt oder den Brennkörper von der Seite her etwa an einem dünnen Stabe einführt.

6) Näheres darüber E. WIEDEMANN in WIEDEMANNS Ann. Bd. 39 (1890), S. 110 ff.; 130.

7) Op. mai. I. 115 f.; II. 487, 490 f., 538. op. III (BREWER) p. 45; 112, 116 de speculis (COMBACH), S. 197, 201 ff. Näheres VOGL: Die Phys. R. B. l. c. S. 71 ff.

punkt des Paraboloids. Dabei liegt für die Strahlen, die weiter zurück um den Scheitel des Paraboloids einfallen, die Sammelstelle vorne und für die Strahlen, die gegen den Rand zu auftreffen, rückwärts. Man könnte deshalb vom Rande aus einen Ring abtrennen, der die einfallenden Strahlen nach hinten reflektiert, während die übrigbleibende eiförmige Spitze die Strahlen vorne zusammenlenkte.

14.

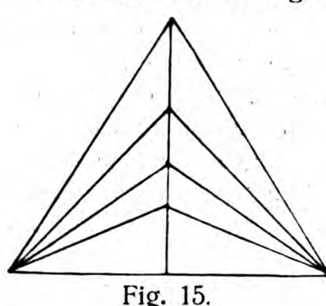
Die Zusammenlenkung der Strahlen eines Kristalles.

Dieses Theorem findet sich auch bei vielen anderen Autoren behandelt [1]. Am gründlichtsen und wissenschaftlichsten befaßt sich damit wieder IBN AL HAITAM [2].

Fig. fehlt. Ein Kristall [3], ein glatter, heller und doch fester Körper, nimmt die auffallenden Strahlen in sich auf. Beim Auffallen auf die Wölbung werden sie aber aus ihrer Richtung abgelenkt, gehen dann im Kristall fort und werden schließlich beim Austritt zu einem Punkte vereinigt. Dieser Punkt ist ein Brennpunkt.

15.

Wir wollen auch noch zeigen, wie das Auge einen kleinen Gegenstand, der auf dem Boden liegt, sucht, der Blick oft nicht auf ihn fällt und ihn deshalb nicht findet, obwohl ein viel größerer Teil des Bodens erfaßt wird.


Fig. 15.

In der Einleitung zur Optik des EUKLID in der Rezension von THEON [4] ist darauf aufmerksam gemacht, daß wir oft eine Nadel, die auf den Boden fällt, lange Zeit nicht sehen, wiewohl der Sehkegel einen viel größeren Teil des Bodens erfaßt.

Wie dort, so wird auch hier als Grund angegeben, daß die Achse des Sehkegels auf den Gegenstand gerichtet sein muß. Je näher ein Gegenstand dem Auge ist (Fig.15), desto genauer wird er bei gleichbleibender Quantität gesehen. Übrigens wird kein Ding auf einmal mit allen Teilen wahrgenommen [5].

1) ROGER BACO, op. mai. II. 471; I. 113; WITELO, Opt. X. 48; PECKHAM, Perspect. III. prop. 10, 17. Näheres VOGL: Phys. ROG. BAC.. l. c. S. 79.

2) Siehe E. WIEDEMANN in Annalen d. Phys. Bd. 7 (1879), S. 679 f. und Bd. 39 (1890), S. 565 ff., ebenso in Beiträgen z. Nat.-W. b. d. Arabern und Sitz.-B. d. phys.-med. Soz., Erlangen 1904, S. 332.

3) Der hebr. Text ist hier mit dem Vorausgehenden sehr verschmolzen. Was STEINSCHNEIDER l. c. mit „durchsichtig“ wiedergibt, dürfte unser „Kristall“ sein. — Ganz ähnlich wie hier EUKLID beschreibt ROGER BACO den Kristall in op. mai. II. (79: Der Kristall ist ein harter und fester Gegenstand und doch so in seiner Dichte rara), daß die Spezies des Lichtes hindurchgehen kann. VINC. BELLOV. spec. nat. lib. 9. c. 62: Der Kristall ist ein glänzender und wasserfarbiger Stein . . . (verhärteter Schnee, entsteht in Asien und in den Alpen); setzt man ihn der Sonne aus, so raubt er so sehr die Flamme, daß er trockenen Schwamm und Blätter entzündet.

4) HEIBERG, op. omn. p. 147.

5) EUKLID, Optik, Kap. 1, HEIBERG S. 3. Unser Theorem hat in derselben Weise dargestellt DAM. HELIOD. LARISS. in Opt. l. II. c. 8, S. 13 (Ausg. v. ERASM. BARTH. C. PARIS 1657). Dasselbe enthält auch mehrere Auszüge aus der Katoptrik des HERON



Schluß.

Mit dieser kleinen Arbeit hat der Verfasser den Inhalt der (Pseudo-) Euklidischen Schrift ‚de Speculis' nebst erläuternden Bemerkungen darzustellen versucht. Eine genauere Kenntnis aller Einzelheiten des oft schwierigen Textes wird allerdings erst die bevorstehende Textpublikation durch Herrn Dr. A. A. BJÖRNBO vermitteln können. Was wir aber jetzt schon klar ersehen, ist die deutliche Bestätigung der bisherigen Annahme, daß diese Schrift nichts weiter ist, als eine Kompilation von Sätzen älterer Autoren, so vor allem aus der Katoptrik des HERON, der Optik des EUKLID, der zweifelhaften Katoptrik des EUKLID und vermutlich auch aus der echten Katoptrik EUKLIDS, die wir nicht mehr besitzen. Dabei ist sie aber von nicht geringer Bedeutung für die Geschichte der Physik zur Zeit der Scholastik, indem Gelehrte wie ROGER BACO, ALBERTUS MAGNUS, WITELO, VINCENZ VON BEAUVAIS wiederholt bei ihren naturwissenschaftlichen Arbeiten darauf verweisen. Ja, es wäre möglich, daß sie auch schon den Arabern AL KINDÎ und IBN AL HAIṮAM bekannt war.



Die „Elemens de Geometrie" des Paters J. G. Pardies.

Von H. WIELEITNER (Speyer).

Frankreich war das erste Land, das sich im Unterrichte der elementaren Mathematik von EUKLID entfernte. Schon der streitbare PETRUS RAMUS (PIERRE DE LA RAMÉE) stellte in seinen *„Scholarum mathematicarum libri XXXI"* (Francof. 1569, bes. lib. VIII.) mit mehr oder weniger Berechtigung eine ganze Reihe von tadelnswerten Eigenschaften EUKLIDS zusammen. Ihm schloß sich vor allem ANTOINE ARNAULD an in seiner *„Logique ou l'art de penser"* (Paris 1662; 12⁰), der dann in den *„Nouveaux Elemens de Geometrie"* (Paris 1667; 4⁰), einem von BLAISE PLASCAL hochgeschätzten Werke, seine Kritik durch eine positive, für längere Zeit vorbildliche Arbeit ergänzte. Diese *„Elemens"* von ARNAULD, die noch 1683 und 1692 neu aufgelegt, von B. LAMY [1]) aber und P. VARIGNON [2]) reichlich ausgenutzt wurden, gleichsam wieder entdeckt zu haben, ist K. BOPPS Verdienst. [3]) Es wäre sehr zu wünschen, daß die vielen, die heute ihre Ideen zur mathematischen Methodik in den elementaren Zeitschriften immer wieder als neu hinstellen, von dieser Arbeit BOPPS, da das Original doch zu schwer zugänglich ist, Kenntnis nähmen, um einzusehen, wie vieles von dem, was neuerdings insbesondere als wünschenswert bezeichnet wird (s. z. B. die „Meraner Vorschläge" in dem „Gesamtbericht" der Unterrichtskommission der Ges. Dtsch. Naturf. u. Ärzte [4])), schon damals durch den genialen ARNAULD und seine Nachfolger in Frankreich verwirklicht war.

Zu diesen Nachfolgern gehört auch der Jesuit G. PARDIES, dessen *„Elemens de Geometrie"* schon 1671, also vor denen LAMYS erschienen, der aber auch von K. BOPP übersehen wurde. Da über diese *„Elemens"* weder bei CANTOR, noch bei TROPFKE und ZEUTHEN etwas zu finden ist, da PARDIES ferner auch von seinen Landsleuten CHASLES und BOSSUT gar nicht erwähnt wird [5]), erscheint es nicht unangebracht, im folgenden eine

1) *Les elemens de geometrie etc.*, Paris 1683; 12⁰. 7. ed. Paris 1758.

2) *Elémens de Mathématique*, Paris 1731. 4⁰.

3) ANTOINE ARNAULD, der große ARNAULD, als Mathematiker. Abh. z. Gesch. d. math. Wiss. XIV. Heft. Leipzig 1902.

4) Herausgeg. von A. GUTZMER, Leipzig 1907.

5) Als Karthographen nennt ihn GÜNTHER'S „Geschichte der Erdkunde" Wien—Leipzig 1904).



kurze Analyse des Büchleins zu geben, mit einem Hinweis auf das, was PARDIES eigentümlich ist.

IGNACE GASTON PARDIES, geboren zu Pau i. J. 1636, trat mit 16 Jahren ins dortige Jesuiten-Kollegium ein, wurde ebenda Lehrer der alten Sprachen und darauf der Mathematik und Physik, dann Professor am Collège Louis le Grand, das später Collège de Clairmont hieß. Seinen „*Elemens de Geometrie*“ konnte er nicht mehr, wie er beabsichtigte, eine Algebra, Kegelschnittlehre usw. nachfolgen lassen. Nur „*La Statique*“ erschien noch i. J. 1673 (Paris, 12⁰; 3ᵉ éd. 1688). In demselben Jahre starb er am 22. April 1673 zu Paris an einem „bösen Fieber“, das er sich beim Beichthören der Armen zu Ostern in Bicêtre zugezogen hatte. [1])

Das Büchlein, von dem wir sprechen wollen, hat den vollen Titel: *Elemens de Geometrie,* ou par une methode courte & aisée l'on peut apprendre ce qu'il faut sçavoir d' EUCLIDE, d' ARCHIMEDE, d' APOLLONIUS, & les plus belles inventions des anciens & des nouveaux Géomètres. Par le P. IGNACE GASTON PARDIES, de la Compagnie de Jesus. A Paris, chez SEBASTIEN MABRE-CRAMOISY, Imprimeur du Roy. M. DC. LXXI. Es ist in Duodezformat und enthält 116 Seiten, wozu noch 24 Seiten Vorreden (mit Titelblatt) und 4 Seiten Index kommen, die nicht mitnumeriert sind. Zahlreiche Figuren sind im Text. Der Zweck dieses Büchleins ist, einen Anfänger in die hauptsächlichsten Sätze der Planimetrie und Stereometrie einzuführen. Dabei gibt er von der Trigonometrie noch die Definitionen, eine sehr hübsche Einführung in die Lehre von den Logarithmen und noch einiges andere, wie wir unten sehen werden. Die Kürze erreicht er dadurch, daß er keine Zusammenstellungen von Definitionen und Axiomen gibt, bei leicht verständlichen Sätzen (naturellement connu) die Beweise wegläßt und im übrigen den Sätzen eine andere Reihenfolge gibt, als sie sich bei Euklid findet. Daß hiernach von einem eigentlichen wissenschaftlichen Aufbau der Geometrie, wie bei ARNAULD, nicht die Rede sein kann, ist klar. Das Werkchen ist aber doch recht reichhaltig, leicht verständlich und enthält manches Bemerkenswerte. Wie beliebt es war, geht aus der Menge von Ausgaben hervor, die es erfuhr. Ich konnte darüber folgendes in Erfahrung bringen. Eine 2. Auflage (vielleicht nur mit geändertem Titelblatt) erschien noch im Ausgabejahre 1671. Dann eine 3. Paris 1678, eine 4. Paris 1683 (alle 12⁰) und Lyon 1688 (in 8⁰), eine 5. La Haye 1702 (in 8⁰); auch eine Ausgabe La Haye 1690 soll existieren. Das Buch wurde von einem Anonymus ins Lateinische über-

1) Diese Angaben nach dem Artikel in der Biographie Universelle, t. 32, Paris 1822, von dem die Artikel in der Nouvelle Biographie Générale t. 39, Paris 1862 und in POGGENDORFFS Biogr.-lit. Handwörterbuch, Bd. II, Leipz. 1863 Auszüge sind.



setzt *„Elementa Geometriae* etc.“, Jenae, Prostant ap. Tobiam Öhrling, 1684, 12^0, ins Englische von J. HARRIS *„Short Elements of Geometry“* (London 1711)[1]). Ferner sind die *„Elemens“* in den mannigfachen Ausgaben der Werke enthalten. Wir stellten fest: *„OEuvres de math.“*, La Haye 1691, 8^0; 4e éd. 1710, 12^0; Lyon 1696, 16^0; 1709, 8^0; 1725, 12^0; *„Opera math.“* Amst. 3 Bde. 1694, 1722, ed. 5^a 1725, alle 12^0; *„Opera math.“* Jenae 1692, 1693, 1721, alle 12^0, 1701 in 8^0.

Die Elemente von PARDIES waren also mindestens so verbreitet wie die von LAMY. ARNAULD ist nirgends erwähnt. Kein Wunder, war er doch als Jansenist der Jesuiten erbittertster Feind. Daß aber PARDIES die *„Elemens“* ARNAULDS nicht gekannt haben sollte, ist gar nicht denkbar. Beide Schriftsteller stimmen vor allem in der Ausdrucksweise so vollkommen überein, daß ich bezüglich ihrer nur auf BOPPS Arbeit über ARNAULD zu verweisen brauche. Nur die arithmetische Proportion schreibt PARDIES etwas anders, nämlich 2. 3 ‖ 9. 10. Könnte man dies nun auch durch die gleiche Epoche erklären, zu der beide Bücher erschienen, so ist doch offenbar die Methode ganz die ARNAULDS. Dies geht am klarsten daraus hervor, daß es dem Herausgeber der lateinischen Ausgabe (Jenae 1684) „Appendicis loco adjicere placuit Caput nonum Part. IV. ex Logica sive arte cogitandi, ex Gallico sermone in Latinum translata; quia illud cum methodo auctoris nostri maxime convenit“ (S. 153—163). Es sind das aber nichts anderes als die wörtlich übersetzten 6 Leitsätze aus der Logik ARNAULDS, in denen er seine EUKLID-Kritik konzentrierte. Der Name ARNAULD ist auch hier nicht erwähnt. Sachlich heben wir vor allem den Beweis des Pythagoreischen Lehrsatzes mittels ähnlicher Dreiecke hervor, den K. BOPP als insbesondere charakteristisch für ARNAULD bezeichnet.

Das Büchlein, von dem wir sprechen, beginnt mit einer 6 Seiten langen lobhudlerischen Widmung an die Herren von der Académie Royale, worin diese Körperschaft verglichen wird mit dem mathematischen Tribunal der Chinesen, das über alle Fragen der Mathematik das letzte Wort spreche. Dieses Tribunal habe seinen Sitz an zwei berühmten Observatorien, die ohnegleichen in Europa wären, einerseits durch die Pracht der Örtlichkeiten, andererseits durch die Größe der vor 700 Jahren hergestellten Instrumente aus Bronze, die noch so vollständig erhalten seien, als ob sie frisch vom Guß kämen. Es sind das teilweise dieselben Instrumente, die bei Gelegenheit der Niederwerfung des Boxeraufstandes nach Deutschland gebracht wurden.

Die Vorrede, die nun folgt, ist, wie der Autor selbst erkennt, zu lang. Er sagt zunächst, was er bringen will, drückt dann seine Befriedigung über

1) In der Nouv. Biogr. Gén. ist 1711 als Erscheinungsjahr einer lateinischen Übersetzung angegeben, während die englische nicht erwähnt ist.



seine Behandlung des Inkommensurablen aus und die Verwendung der logarithmischen Linie, „mit der er früher die Hyperbel quadriert habe.“ Dann verspricht er, in ebenso viel Büchern die Algebra, die Kegelschnitte, Sphärik und Statik zu lehren, wobei er besonders auf die Berechnung asymptotischer Flächen verweist, deren Kenntnis aufs deutlichste die Größe und Spiritualität unserer Seele, ja geradezu deren Existenz beweise. Ja er sieht in längeren Ausführungen darin sogar einen untrüglichen Beweis für die Existenz Gottes. Im weiteren spricht er über seine Methode und schließlich über den Nutzen und die Unentbehrlickeit der Mathematik. Bescheiden lehnt er am Schlusse die Autorschaft der vorgetragenen Wahrheiten ab, er habe genommen, wo ihm etwas gefiel, und will sich nur das zuerkennen, auf das niemand Anspruch mache.

Das Werkchen selbst ist in 9 Bücher geteilt. Das I. handelt von den Linien und Winkeln. Letztere werden gleich mit dem sie messenden Kreise (wir würden sagen „Einheitskreis“) in Verbindung gebracht (offenbar wie bei ARNAULD). Das ist methodisch sehr vorteilhaft, da sich so leicht die Gradeinteilung, die Senkrechten, sowie Scheitel- und Nebenwinkel erläutern lassen. Parallel heißen zwei Grade, wenn sie überall gleich weit abstehen. Daher schneiden sie sich nicht. Daß sie gegen eine dritte gleichmäßig geneigt sind, zeigt er, indem er die beiden Parallelen als Kanten eines Lineals denkt und dieses dann als unteilbare Grade auffaßt, sodaß aus den Wechselwinkeln Scheitelwinkel usw. werden. Ich freue mich, denselben Gedanken in den letzten Jahren selbst im Unterrichte immer gebraucht zu haben, finde ihn aber hier zum erstenmale so ausgesprochen.

Das II. Buch handelt von den Dreiecken. Der Kongruenzfall a, b, γ wird durch Aufeinanderlegen bewiesen und der Kongruenzsatz a, b, c dann als Umkehrung betrachtet, die der Autor ausdrücklich, wo sie offenkundig ist, nirgends beweist. Kongruente Dreiecke heißen „congruës“, und es ist ein allgemeiner Grundsatz, daß sie dann auch „égaux“ sind. Heute gebraucht man in Frankreich nur das letztere Wort für kongruent. Senkrechte und Schiefe, gleichschenkeliges Dreieck, Gerade als kürzeste Linie usw. Die Dreieckswinkelsumme wird mittels einer durch die Spitze nach einer Seite gezogenen Parallelen zur Grundlinie bewiesen.

Das III. Buch bringt die Sätze über die gebräuchlichen Vierecke (Quadrilateres). Was wir Trapezoid nennen, d. i. ein ganz allgemeines Viereck, heißt er „Trapeze“. Der Ausdruck „Rhomboïde“ kommt in der uns geläufigen Bedeutung vor.

Im IV. Buche vom Kreise ist bemerkenswert, daß gleich die trigonometrischen Linien Tangente, Sinus und Sekante erklärt werden, was man bei uns auch tun könnte, wenn nicht auf die logarithmische Rechnung

30*



zu viel Gewicht gelegt würde. Die unbegrenzte Annäherung des Kreises an um- und einbeschriebene Polygone ist sehr scharfsinnig durchgeführt. Im Anschlusse daran verteidigt er den apagogischen Beweis („qu'on appelle de l'impossible"). Er sei eine der schönsten Erfindungen des Altertums und man müsse sich wundern, daß einige neuere Autoren ihn als fehlerhaft und und indirekt verworfen hätten. Wenn man aber wirklich auf einen solchen Punkt der Delikatesse geriete, nur direkte und positive Beweise zu gestatten, so könne er seinen vorigen Beweis (vom Kreisinhalt) sofort regelmäßig und direkt machen durch das Prinzip, das „en effet tres-manifeste de soy-mesme" sei, daß, wenn zwei bestimmte Größen a und b so beschaffen sind, daß jede andere denkbare Größe, die größer oder kleiner als b ist, auch größer oder kleiner als a ist, diese beiden Größen a und b gleich sind. Das ist offenbar die DEDEKINDSCHE Auffassung der Irrationalzahl.

Im V. Buche werden stereometrische Sätze, auch über den Rauminhalt von Körpern, größtenteils ohne Beweis zusammengestellt.

Das VI. Buch handelt von den Proportionen. Der Begriff der Proportionen wird an dem Beispiel der zu demselben Winkel in zwei konzentrischen Kreisen gehörigen Bogen erläutert. Umstellungen und korrespondierende Addition. Proportionallehrsatz; ähnliche Dreiecke und Figuren. Beweis des Höhensatzes, Kathetensatzes und Pythagoreischen Lehrsatzes. Der letztere wird auf ähnliche Figuren erweitert und dann zum Beweise der „quadrature des Lunes d'HIPPOCRATE de Scio" verwendet. Diese „lunulae", wie wir sie nennen, treten also hier als etwas Bekanntes auf und werden dem HIPPOKRATES (von Chios) zugeschrieben. Es ist dies bis jetzt trotzdem die früheste Stelle, aus der man sie kennt[1]).

Die Existenz der Irrationalzahlen wird im VII. Buch wirklich sehr anschaulich geometrisch illustriert. PARDIES nennt jede Zahl, die als Produkt zweier Zahlen gedacht werden kann, „Flächenzahl" (nombre plan). Als Einheit zur geometrischen Darstellung benutzt er sodann Quadrate, sodaß die Zahlen als Rechtecke, ev. auch mit der Seite 1 erscheinen. Er heißt dann „ähnliche Flächenzahlen" solche, die als ähnliche Rechtecke dargestellt werden können. Sein Beweis für die Existenz inkommensurabler Größen gipfelt darin, daß nur das Produkt zweier ähnlichen Zahlen sich als Quadrat anordnen läßt, daß es also nur zu ähnlichen Zahlen eine

1) Vgl. M. SIMON, Arch. Math. (3) 8, 1905, S. 269, dem die Ausgabe von 1683 vorlag. Der Irrtum, daß sie HIPPOKRATES erfunden hätte, gehört also nicht erst dem 19. Jahrh. an, wie J. TROPFKE annimmt. Auch bei TACQUET-WHISTON, *Elementa Euclidea Geometriae*, Romae 1745, wird der allgemeine Fall dem HIPPOKRATES zugeschrieben (S. 240).



eigentliche Zahl als mittlere Proportionale gibt. Die Zahlen der Formel

$$(2q + 1)^2 + (2q^2 + 2q)^2 = (2q^2 + 2q + 1)^2$$

(und ihre Vielfachen) gibt er dann für alle sog. Pythagoreischen Zahlen aus und stellt sie in einem hübschen Schema dar. Es sei aber hier ausdrücklich bemerkt, daß in dem ganzen Buche keine Formel zu finden ist, sondern alles mit Worten ausgedrückt wird.

. Das VIII. Buch geht über Progressionen und Logarithmen. Arithmetische und geometrische Reihen; die unendliche geometrische Reihe wird ganz ähnlich wie bei ARNAULD behandelt. Einführung der Logarithmen durch Vergleichung zweier solchen Reihen und Benutzung der Exponentialkurve zur Veranschaulichung [1]). Die angegebenen Logarithmen sind für die Basis $10^{0,00001}$, wie wir heute sagen würden, gerechnet. Die harmonische Progression ist nur definiert; von der Progression der Quadratzahlen wird gesagt: Die Summe aller Glieder ist größer als der dritte Teil des letzten Gliedes multipliziert mit der Anzahl der Glieder (0 mitgezählt) und der Exzeß über das Drittel nimmt proportional ab mit der Anzahl der Glieder. Dies ist in der Tat richtig; denn das Verhältnis der Summe

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + m^2 = \frac{1}{1.2.3}\, m\,(m+1)(2\,m+1)$$

zu dem angegebenen Produkte $m^2(m+1)$ ist

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{6\,m}.$$

PARDIES induziert das aber nur durch eine Tabelle. Für die Progression der Kuben sei die Summe größer als das Viertel und für die „sursolides“ größer als das Fünftel des erwähnten Produktes.

Im IX. Buch werden „Aufgaben oder praktische Geometrie“ behandelt. Senkrechte, Parallelen. Die Konstruktion des regulären Zehnecks wird angegeben, wegen des Beweises auf die Algebra verwiesen. Dann wird ein Proportionalzirkel ausführlich beschrieben. Anwendung ähnlicher Figuren auf Messung der Höhe von Türmen und Geländeaufnahme. Hierauf wird gezeigt, wie man die Sinus, Tangenten und Sekanten von 30^0 und den Hälften, 36^0, 24^0 usw. bis herab zu $45'$ berechnen kann. Die der übrigen Winkel könne man durch proportionales Einschalten zwischen den Intervallen von je $45'$ erhalten, allerdings nur angenähert. Auffallend ist, daß (zweimal) mit „Sinus verse“ unser Cosinus bezeichnet wird. Der Sinussatz wird bewiesen, indem dem Dreieck der Kreis unbeschrieben wird; dann sind ja die halben Seiten direkt die Sinus der Gegenwinkel.

Nimmt man, sagt der Verfasser, den Radius zu 100 000 000 000 und

1) Darauf wurde gelegentlich von A. STURM in der Bibl. math. hingewiesen.



die Tangente und den Sinus einer Minute 21600 mal, so erhält man, wenn man nachher mit 100000 dividiert, also für den Radius 1000000, den Umfang des umbeschriebenen Polygons zu $6283185 \frac{336}{1000}$ und den des eingeschriebenen zu $6283185 \frac{12}{100}$. Schließlich werden noch die abgekürzten Verhältnisse 7 : 22 und 1000 : 3141 angegeben und das letztere für bequemer erklärt, als der erstere allgemein gebrauchte Wert.

Die kleine Skizze, deren Umfang durch den zur Verfügung gestellten Raum bedingt war, mochte immerhin zeigen, das PARDIES' Buch in einer Geschichte der Elementarmathematik, die nicht bloß auf die Konstatierung neuer Sätze ausgeht, künftig kaum mehr wird fehlen dürfen. Wir bemerken nur noch, daß in der lateinischen Ausgabe von 1684 hinter der Vorrede noch 24 Seiten eingefügt sind, die eine in demselben Geiste gehaltene kurze Einführung in die Geometrie von NIKOLAUS MERCATOR enthalten. Sollte diese in der Literatur so wenig bekannt sein, wie es mir augenblicklich scheint (die gebräuchlichen Werke enthalten nichts über sie), so würde ich mir vorbehalten, selbst bei anderer Gelegenheit einige Worte darüber zu sagen.



Zur Geschichte der Entdeckung der Sonnenflecken.

Von EMIL WOHLWILL (Hamburg).

Es sind beinahe dreihundert Jahre verflossen, seit GALILEI in der „Astrologia sacra" des Pater TANNER die merkwürdige Entdeckung gemacht hat, daß dieser Kollege des Pater CHRISTOPH SCHEINER an der Ingolstädter Hochschule bei der Erwähnung der Sonnenflecken den Namen SCHEINERS völlig ungenannt läßt, dagegen ihn — GALILEI — als Hauptentdecker bezeichnet. GALILEIS Brief an ALFONSO ANTONINI, in dem er dies als eines von den vielen Zeugnissen für die eigene Priorität dem Freunde mitteilt, ist schon in der ersten Gesamtausgabe der GALILEIschen Werke (1655—56) und seitdem in allen späteren abgedruckt, und es gibt daher nicht viele Darstellungen der Differenzen zwischen GALILEI und SCHEINER, in denen nicht vom Zeugnis TANNERS in der „Astrologia sacra" die Rede wäre. Daß aber irgend jemand nach der ersten Veröffentlichung des Briefs an ANTONINI sich das TANNERsche Buch zur Vergleichung angesehen hätte, ist den Erzählungen nicht zu entnehmen.

Die Überzeugung, daß man auch nach sehr viel weniger als dreihundert Jahren Gefahr läuft, falsch zu referieren, wenn man, statt die Quellen zu befragen, sich auf ein früheres Referat verläßt, hat mich veranlaßt, in der von GALILEI zitierten „Astrologia sacra" näheren Aufschluß zu suchen. Der volle Titel der Schrift ist:

Astrologia sacra: hoc est orationes et quaestiones quinque, quibus explicatur, an et qua ratione fas sit homini Christiano, de rebus occultis, praesertim futuris, ex astris iudicium ferre. Dictae et discussae in Catholica et celebri academia Ingolstadiensi, cum Anno Salutis 1614, die 19 Novemb. reverendi et clarissimi S. S. Theologiae Licentiati D. OTTO HENR. BACHMAIR et D. FRID. PIRCHINGER suprema Theologici Doctoratus laurea insignirentur. Promotore ADAMO TANNERO e Soc. Jesu, Theologiae in ead. Acad. Prof. ordinario. Ingolstadio 1615.

Die „Astrologia sacra" ist demnach eine Promotionsschrift, als deren eigentlichen Verfasser man wohl den Promotor anzusehen hat, wenn auch



zwei von den fünf Reden von den beiden Doctoranden, und die letzte von dem Professor der Philosophie SIMON FELIX Soc. Jesu gehalten und in der Veröffentlichung ihnen zugeschrieben wurden. Der Inhalt der nur 64 Seiten umfassenden Schrift ist durch den Titel nur unvollständig bezeichnet; denn von den fünf Reden bezieht sich streng genommen nur die zweite auf die Zulässigkeit astrologischer Voraussagungen; von den übrigen erörtert die erste zur Einleitung der Disputationen die Frage: „ob durch Vermittlung der Sterne einem Abwesenden ohne Boten und Briefe mitgeteilt werden kann, was wir denken"; die dritte untersucht: ob und in welcher Weise Gott durch Zeichen und wunderbare Erscheinungen am Himmel die Menschen an ihre Pflicht erinnert; die beiden letzten behandeln die Frage: ob die in neuerer Zeit beobachteten Himmelserscheinungen zu den wunderbaren Zeichen zu rechnen sind.

Wie schon das Thema andeutet, gewähren die beiden letzteren Reden einen Einblick in die Betrachtungen, zu denen die ersten teleskopischen Entdeckungen katholischen Theologen Veranlassung gaben; denn als Himmelserscheinungen, auf die sie sich beziehen, werden namhaft gemacht: die Sonnenflecken, die vier Jupiterstrabanten, die mondartigen Phasen der Venus, die Erscheinung des Saturn, die Ungleichheiten des Mondes, die an Berg und Tal erinnern, die große Zahl der sichtbar gewordenen Sterne. Die Beantwortung der Frage, die den Theologen interessiert, ist in der Weise verteilt, daß die Rede des Kandidaten PIRCHINGER zusammenstellt, inwiefern diese neuen Entdeckungen Wunderbares bieten und an die Wunder der Schrift erinnern, und dann der philosophische Professor auseinandersetzt, wie wenig zutreffend eine solche Vergleichung sei, insbesondere wenn man an Wunder denke, wie sie als Vorzeichen des herannahenden jüngsten Gerichts in der Bibel geschildert werden. Mit dieser Disputation über die Hauptfrage ist eine weitere für die scholastische Physik bedeutungsvolle über den Zustand des Himmels verbunden. Während der Kandidat mit der nötigen Schüchternheit andeutet, daß die neuen Entdeckungen Veranlassung geben können, an der starren Beschaffenheit der Himmelsphären zu zweifeln, beweist Professor FELIX, daß auch in dieser Beziehung unerschütterlich besteht, was die Schrift bezeugt und die Väter geglaubt haben, und daß es, um alles neu Gesehene zu erklären, eines flüssigen Zustands der Himmel nicht bedarf.

Der Verteilung der Rollen entspricht, daß die Stelle, in der GALILEI als Entdecker gerühmt wird, sich in der Rede des Kandidaten PIRCHINGER findet, also im Zusammenhang des Versuchs, eine Übereinstimmung nachzuweisen zwischen den Wundererscheinungen der Bibel und den Offenbarungen des Teleskops. An eine Äußerung GALILEIS in seinen Briefen über die Sonnenflecken erinnert den Redner, was ORIGENES im 30. Tracta zum Matthaeus sagt: „Wie bei großem Feuer", heißt es hier, „wenn es



zu brennen anfängt, Finsternis aus dem starken Rauch hervorgeht, so müssen beim Untergang der Welt von dem Feuer, das entzündet wird, die beiden großen Leuchten verdunkelt werden". Im unmittelbaren Anschluß an diese Worte des Kirchenvaters fährt er fort: „Jedenfalls will der große Astronom GALILEI, der Hauptentdecker dieser siderischen Wunderzeichen, daß die Flecken, die die Sonne beschatten, nichts anderes sind, als gewissermaßen ätherische Wolken oder wie Wolken schwebende, aus Himmelsmaterie gebildete Körper, die entstehen, wachsen und abnehmen" [1]).

Eben diese Worte führt GALILEI in seinem Brief an ANTONINI vom 20. Februar 1638 an und fügt hinzu: „nun wisset, daß der Pater, der das schreibt, in Ingolstadt wohnte und in demselben Kollegium las wie der Pater SCHEINER und zur selben Zeit, als dieser die Flecken beobachtete, und wie Ihr seht, nennt er mich ihren Hauptentdecker, und den SCHEINER nennt er nicht in seinem ganzen Buche" [2]). GALILEI faßt, wie man sieht, die Worte „dieser siderischen Wunderzeichen" [3]) als gleichbedeutend mit „dieser Sonnenflecken" auf; dazu haben ihn ohne Zweifel die nachfolgenden Worte veranlaßt; da aber in den vorhergehenden Sätzen nicht von Sonnenflecken, sondern von der Gesamtheit der durch das Teleskop entdeckten Himmelserscheinungen die Rede ist, und eben diese Gesamtheit mit den biblischen Wundern verglichen werden soll, so wird auch GALILEI durch die angeführten Worte als „Hauptentdecker" nicht der Sonnenflecken sondern alles dessen bezeichnet, was die Welt seit dem Jahre 1610 an Neuem von Sonne, Mond und Sternen erfahren hatte. So bezogen sagen die Worte aber nur, was man sagen mußte, auch wenn man SCHEINER für den Entdecker der Sonnenflecken hielt.

Richtig ist dagegen, daß in der „Astrologia sacra" in den umfassenden Erörterungen über die Erscheinung und die Natur der Sonnenflecken SCHEINER weder unter dem Pseudonym Apelles, noch mit eigenem Namen genannt wird. TANNER läßt demnach den Ordensgenossen und Kollegen und seinen Anteil an der Entdeckung der Sonnenflecken völlig unerwähnt in einer Schrift, in der er GALILEI, der die Priorität eben dieser Entdeckung SCHEINER gegenüber aufs bestimmteste in Anspruch genommen hatte, zweimal mit ehrendem Beiwort citiert. Ist dadurch auch nicht erwiesen, daß er an einen Anteil SCHEINERS nicht glaubt, so ist doch begreiflich, daß GALILEI das zwischen den Zeilen gelesen hat.

1) „Certe magnus astronomus GALILAEUS, horum sidereorum ostentorum praecipuus inventor, maculas solem inumbrantes aliud non vult esse" etc.

2) Opere di GALILEO GALILEI. Edizione Nazionale Vol XVII p. 297.

3) Indem TANNER das Wort ostenta = prodigia statt phaenomena gebraucht, läßt er den Redner gewissermaßen die Entscheidung darüber, ob die phaenomena als prodigia zu betrachten sind, vorwegnehmen.



SCHEINER selbst hat uns den Weg gewiesen, bestimmteres in Erfahrung zu bringen. In einer bisher nicht beachteten Notiz im Vorwort seiner „Rosa Ursina“ erzählt er, daß um dieselbe Zeit, als er im Oktober 1611 zum zweiten Mal aus seinem Zimmer das Fernrohr auf die Sonne gerichtet und die Flecken vielen andern Vätern und Studierenden gezeigt habe, der Pater ADAM TANNER „infolge eines vorher ihm zugekommenen Gerüchts zum ersten Anblick eben dieser Flecken von seinem Zimmer aus gelangt“ sei. „So erzählt er selbst“, schreibt SCHEINER „im ersten Teil der 6. Disputatio de Creat. Mundi quaest. 3. § 5 de Maculis solaribus num. 69“.

An der so genau bezeichneten Stelle des ersten Teils der „Universa theologia scholastica“ [1]) des P. ADAM TANNER (Ingolstadii 1626) findet man den Aufschluß über TANNERS Schweigen in der „Astrologia sacra“.

Die neuen astronomischen Entdeckungen sind es auch hier, denen der Verfasser einen größeren Abschnitt seines theologischen Werkes widmet. Die Frage „ob die neuen Erscheinungen der festen Beschaffenheit und Unzerstörbarkeit der Himmel widersprechen“ wird in 93 Nummern erörtert; die Nummern 68—72 behandeln die Sonnenflecken.

„Und weil mir“ — heißt es in Nr. 69 — „diese Sache, seitdem sie mir andeutungsweise (per suspicionem) bekannt geworden, der Untersuchung und des Nachdenkens in hohem Grade würdig erschien, habe ich mich bemüht, sofern es dabei auf physische Betrachtung ankommt, mir durch eigene Erfahrung einige Kenntnis derselben zu verschaffen, geleitet durch das Beispiel des ARISTOTELES in den Worten: „nicht nur die Ägypter, sondern auch wir haben gesehen“. Nachdem daher darüber ein unbestimmtes Gerücht schon vorher von anderswo zu uns nach Ingolstadt gebracht war, geschah es im Jahre 1611 am 21. Oktober, ungefähr eine halbe Stunde vor unserer zehnten Vormittagsstunde, das heißt zwei und eine halbe Stunde vor Mittag, daß sich eine vorzüglich passende Gelegenheit, die Sache zu erforschen, darbot. Da nämlich zu dieser Zeit der Himmel von einem dünnen Nebel so überzogen war, daß die Sonnenscheibe, ohne stärkere Strahlen auszusenden, vollständig und deutlich sichtbar blieb, richte ich auf sie das optische Rohr und erkenne ohne Schwierigkeit die gesuchten Flecken. Von Staunen und freudiger Erregung erfüllt, rufe ich mehrere herbei und fordere sie auf zu sehen, und mit gleicher Erregung betrachteten sie mit mir dieselbe Sache. Von da an habe ich im Verlauf des ganzen folgenden Jahrs auf verschiedene Weisen und besonders durch direktes Ansehen durch das Rohr (was für die physische Beschaffenheit

1) SCHEINER setzt den Titel des Werks bei seinen Lesern als bekannt voraus. Ich verdanke den Nachweis der Auskunftsstelle der Deutschen Bibliotheken in Berlin.



größere Bedeutung zu haben schien), sie fast täglich beobachtet, auch die Beobachtungen, soweit nach dem Urteil der Augen sie wiederzugeben möglich war, mit roher Kunst zu Papier gebracht, während unsere Mathematiker sowohl zu eben derselben Zeit, wie auch von da an in fortgesetztem Studium mehrere Jahre mit weit genauerem Verfahren nicht nur die Masse der einzelnen Flecken, sondern auch ihre Bewegung sorgfältig beobachtet haben."

Nicht etwa eine Mitteilung des Kollegen SCHEINER, sondern ein „von anderswo" nach Ingolstadt gekommenes Gerücht hat demnach den Pater TANNER im Jahre 1611 am 21. Oktober 9½ Uhr morgens veranlaßt, zum ersten Mal das Fernrohr auf die Sonne zu richten und Flecken auf ihr zu suchen; das im übrigen unbestimmte Gerücht hatte also offenbar von Flecken an der Sonne gesprochen.

Das von SCHEINER zitierte TANNERsche Werk ist im Jahre 1626 in Ingolstadt erschienen. Die Probatio des ersten Bandes ist vom Jahre 1624. Die angeführte Stelle ist aber noch einige Jahre früher geschrieben; denn sie findet sich wie die gesamte Erörterung über die Sonnenflecken und andere Betrachtungen über astronomische Gegenstände in fast völlig gleichem Wortlaut in der 1621 gleichfalls in Ingolstadt erschienenen, in Rom approbierten „Dissertatio peripatetico-theologica de coelis" des Pater ADAM TANNER. Eine geringfügige Abweichung bietet der spätere Abdruck nur insofern, als erst hier in dem Vordersatze „cum eius rei incertus quidam rumor iam antea aliunde fuisset allatus" die Worte „ad nos Ingoldstadium" eingeschaltet sind.

In zwei Büchern hat demnach der Ingolstädter Theologe P. TANNER die Gleichzeitigkeit seiner ersten Wahrnehmung der Sonnenflecken mit der der Ingolstädter Mathematiker, d. h. des Pater SCHEINER und des Pater CYSATUS, behauptet und zwar nicht, wie man nach SCHEINERS „circa quod idem tempus" glauben dürfte, eine ungefähre Gleichzeitigkeit, bei der ein Abstand von Wochen, vielleicht von Monaten nicht ausgeschlossen erscheint, sondern ein Zusammenfallen der Stunde. Denn in großen Buchstaben liest man in dem Kreis, der die Folge der Sonnenbilder in „Apelles'" erster Schrift über die Sonnenflecken eröffnet:

„21. Octob. hora 9. et 10. antimeridiana" und der Text sagt, daß diese Zeichnung die Sonne so darstellt, wie SCHEINER sie gesehen, als er ein halbes Jahr nach seiner ersten Wahrnehmung zur Beobachtung der Sonne „zurückkehrte". Und siebzehn Jahre später, nachdem er bei TANNER die gleiche Zeitangabe gelesen hatte, wiederholt der Verfasser der „Rosa Ursina": er habe „am mäßig nebligen Morgen des 21. Oktober in der 21. deutschen astronomischen oder von Mitternacht gerechnet in der 9. Vormittags- oder, Morgenstunde das Fernrohr aus seinem Zimmer auf die Sonne gerichtet die Flecken gesehen und bis zur 10. Stunde anderen gezeigt".



Es hätten demnach in derselben 9. Morgenstunde des 21. Oktober 1611 — dem Anscheine nach völlig unabhängig von einander — die beiden Väter, jeder aus seinem Zimmer, das Fernrohr auf die Sonne gerichtet, um die Flecken zu sehen; SCHEINER, um genauer zu beobachten, was er sechs Monate zuvor zum ersten Mal gesehen hatte, TANNER, um „zu suchen", was ihm ein unbestimmtes Gerücht verheißen hatte, und jeder der beiden hätte in eben dieser Stunde eine größere Anzahl von Wißbegierigen um sich versammelt, denen er die überraschende Erscheinung als etwas völlig Neues zeigte.

Daß man zu diesem merkwürdigem Ergebnis gelangen müsse, wenn man nach dem Zitat der „Rosa Ursina" TANNERS Buch befragte, konnte für SCHEINER nicht zweifelhaft sein; um so mehr fordert Beachtung, daß er auf die Erzählung des Kollegen verweist, ohne ein Wort des Widerspruchs hinzuzufügen; er leugnet also zum mindesten nicht, daß sich die Sache so verhalten haben kann, wie TANNER erzählt; er hat auch dagegen, daß TANNER durch ein unbestimmtes Gerücht von anderswo zur ersten Beobachtung veranlaßt worden sei, nichts einzuwenden.

Wenn demnach die Aussagen der beiden Kollegen sich wechselseitig zu bestätigen scheinen, so differieren sie doch in einem wesentlichen Punkt. TANNER sagt, daß die Ingolstädter Mathematiker zur selben Zeit wie er die Sonnenflecken beobachtet haben; er gedenkt jedoch mit keinem Wort einer vorhergehenden SCHEINERschen Beobachtung; die vom 21. Oktober ist also nach seiner Darstellung die erste auch „der Ingolstädter Mathematiker"; er weiß von keiner andern oder will nichts davon wissen, und damit hängt offenbar zusammen, daß in keiner der drei Schriften, in denen er ausführlich von den Sonnenflecken spricht, SCHEINER als ihr Entdecker bezeichnet wird. SCHEINER dagegen glaubt offenbar, die Bedeutung der überraschenden Gleichzeitigkeit, die durch TANNER in die Öffentlichkeit gebracht war, dadurch abtun zu können, daß er auf den März 1611 als den Zeitpunkt seiner Entdeckung verweist. Deshalb betont er in den oben zitierten Worten, daß TANNERS erste Beobachtung nach dessen eigenem Bericht der Zeit nach mit seiner zweiten zusammengetroffen sei. Was das von anderswo gekommene Gerücht anbelangt, so genügt ihm zu sagen: „von einem solchen hat auch nicht das leiseste Flüstern, ehe ich die Flecken zum ersten Mal gesehen, meine Ohren berührt". Und damit man das „zum ersten Mal" keinenfalls mißverstehe, fügt er, ohne auf die Logik der Satzfolge besonderen Wert zu legen, hinzu: „denn ihre Wahrnehmung im März, das heißt meine erste [1]), hatte ich bis zu dieser Zeit nicht bekannt gemacht."

1) Martialem namque illarum eamque primam animadversionem.



Das ist alles, was SCHEINER einer Erzählung entgegenzustellen hat, nach der auch seiner Oktober-Beobachtung eine Nachricht von auswärts vorhergegangen war; man wird daher sich auf ihn selbst berufen können, wenn man behauptet, daß seine Entdeckung der Sonnenflecken mit seiner März-Beobachtung steht und fällt.

Über diese März-Beobachtung haben wir drei Berichte, den ersten vom 11. Nov. 1611 in „Apelles'“ ersten Briefen an WELSER, den zweiten auf S. 6 der „Rosa Ursina“, spätestens 1626, den dritten im Vorwort desselben Buchs, im Juli 1629 geschrieben. Daß in solchem Fall, wenn die Mitteilungen differieren, die älteste vor den übrigen Vertrauen verdient — darüber ist kein Wort zu verlieren. Hören wir also diese älteste!

„Vor sieben oder acht Monaten ungefähr habe ich und mit mir einer meiner Freunde das optische Rohr, dessen ich mich auch jetzt bediene, und das das Objekt sechs- oder auch achthundertmal in der Fläche vergrößert, auf die Sonne gerichtet, um ihre optische Größe im Vergleich mit dem Monde zu messen, die wir für beide ungefähr gleich gefunden haben. Und während wir unsere Aufmerksamkeit darauf verwandten, bemerkten wir in der Sonne einige schwarz erscheinende Flecken, schwärzlichen Tropfen vergleichbar; weil wir aber dies damals nicht absichtlich untersuchten, da wir die Sache gering achteten, verschoben wir es auf andere Zeit [1]). Wir kehrten deshalb zu dieser Beschäftigung im vergangenen Monat Oktober zurück und fanden in der Sonne sichtbare Flecken, wie Du sie hier gezeichnet siehst“.

Nach dieser Erzählung hat SCHEINER im März oder April 1611 Sonnenflecken wahrgenommen, aber das, was er sah, gering geachtet und zunächst nicht weiter untersucht. Damit ist klar gesagt, daß er in diesem Zeitpunkt nicht glaubt, durch seine Wahrnehmung eine astronomische Entdeckung irgendwelcher Art gemacht zu haben; denn als Astronom konnte er, namentlich im ersten Jahre der Anwendung des Teleskops zu astronomischen Beobachtungen, unmöglich irgend etwas gering achten, was auch nur möglicherweise die Kenntnis der Himmelserscheinungen erweiterte. Er kann also weder daran gedacht haben, etwas zur Sonne Gehöriges, noch — seiner späteren Auffassung gemäß — planetarische Körper in der Umgebung der Sonne zu sehen. Es kann sich demnach auch bei dem bewußten Verschieben der Untersuchung auf spätere Zeit, von der „Apelles“ nach den Oktober-Beobachtungen spricht, um nicht wesentlich mehr gehandelt haben, als um eine Aufklärung darüber, ob es etwas im Auge, im Fernrohr oder in der Luft sei, was ihn Schwärzliches an der Sonne

1) Quia vero tum id ex instituto non investigavimus, parvi rem istam pensitantes, distulimus in aliud tempus.



sehen ließ; dies alles hat er ja bei seinen späteren Untersuchungen noch ausschließen zu müssen geglaubt.

In einer Wahrnehmung der so gekennzeichneten Art kann offenbar eine Entdeckung der Sonnenflecken ebenso wenig gesehen werden, wie etwa in KEPLERS vermeintlicher Wahrnehmung des Merkur in der Sonne.

Und ebenso wenig läßt sich als geschichtliche Tatsache eine Entdeckung im März dadurch konstruieren, daß man über SCHEINER's ersten unzweideutigen Bericht mit Stillschweigen hinweggeht und als wahren Sachverhalt gelten läßt, was 18 Jahre später in der „Rosa Ursina" erzählt wird. Da ist freilich von Geringschätzung jener ersten Wahrnehmung nichts mehr zu spüren. Hatte „Apelles" nicht mit Sicherheit sagen können, ob im November 1611 7 oder 8 Monate seit der Untersuchung über die Größe der Sonne verflossen waren, so ist jetzt nur noch von einer Märzbeobachtung die Rede, und daß diese keine gründliche war, wird niemand vermuten, der im Haupttext der „Rosa Ursina" liest, daß SCHEINER „infolge anhaltender und langdauernder vorhergehender Untersuchung [1]) mit Hilfe des Teleskops Flecken in der Sonne zuerst im Monat März, als er die Sonne, deren Größe er damals untersuchte, durch Nebel betrachtete, dann im Monat Oktober wiederum mit dem Teleskop durch den Nebel wahrgenommen habe". SCHEINER fügt hinzu, daß er sich bei dieser Gelegenheit nicht des „Helioskops" bedient habe, das er zum Zwecke der Sonnenbeobachtung aus farbigen Konvex- und Konkavgläsern selbst konstruiert hatte.

Der Sinn dieser Bemerkung tritt deutlicher in der später geschriebenen Vorrede hervor. Hier erfährt man, daß, nachdem SCHEINER im März die Flecken zuerst gesehen, der Genosse seiner Wahrnehmungen, JOH. BAPT CYSATUS, ihn dringend aufgefordert habe, farbige Gläser herzustellen. Während er damit beschäftigt gewesen (quod dum perago), haben sich im Oktober in gewohnter Weise mäßig neblige Tage eingestellt, die zur Beobachtung der Sonne einluden. In diesen Worten liegt die Antwort für den, der etwa fragen möchte, weshalb der Entdecker bis zur zweiten Beobachtung ein halbes Jahr verstreichen ließ. „Linsen aus farbigen Gläsern zu schleifen" — erläutert der jüngste Verteidiger der SCHEINERschen Ansprüche — „nahm natürlich viel Zeit in Anspruch, zumal bei einem Manne, der seine täglichen Vorlesungen zu halten hatte. So erklärt es sich unschwer, daß vor den Herbstferien kaum an eine regelmäßige Beobachtung der merkwürdigen Erscheinung zu denken war" [2]).

Daß diese Erläuterung mit SCHEINERS Absicht im Einklang ist, darf

1) Ex assidua diuturnaque investigatione praevia.

2) ADOLF MÜLLER S. J., GALILEO GALILEI und das kopernikanische Weltsystem, Freiburg 1909 S. 107.



man als wahrscheinlich ansehen; dem entspricht, daß er ausdrücklich zu verstehen gibt, das Fernrohr mit farbigen Linsen sei am 21. Oktober fertig gewesen; denn „von jenem Tage an" bediente er sich seiner beständig; aber unverkennbar will er zugleich durch die Bemerkung, daß er von der Zeit seiner ersten Wahrnehmung an (ex illo tempore) die Herstellung neuer Beobachtungsmittel ins Auge gefaßt habe, verdeutlichen, daß er schon im März die neue große Aufgabe für den Astronomen erkannt habe, das heißt: in Abrede stellen, daß er seine erste Wahrnehmung gering geachtet habe.

Wie ihrer ganzen Tendenz nach die beiden Berichte der „Rosa Ursina" dem der Apellesbriefe widersprechen, so auch in wichtigen Einzelheiten. Ein Fernrohr mit farbigen Linsen ist in keiner der beiden Schriften aus dem Jahre 1612 erwähnt; als ausreichendes Schutzmittel bei Beobachtungen der Sonne, selbst in der Mittagsstunde, wird hier ein von ebenen Flächen begrenztes, vor dem Okular befestigtes blaues oder grünes Glas empfohlen; ja, der Behauptung im Vorwort der „Rosa Ursina", daß SCHEINER vom 21. Oktober an sich beständig des für den Zweck der Sonnenbeobachtung hergestellten tubus caeruleus bedient habe, steht die ausdrückliche Angabe des ersten Briefs an WELSER gegenüber: Das Fernrohr, das er im Frühjahre auf die Sonne gerichtet habe, um ihre scheinbare Größe zu messen, sei dasselbe gewesen, dessen er sich „auch jetzt noch" — im November 1611 — bediene.

Es kommt dazu, daß die Berichte, die so bestimmt dem „parvi istam rem pensitantes" widersprechen, geschrieben sind, nachdem nicht allein GALILEI in seinen Briefen über die Sonnenflecken römische Prälaten und Gelehrte zu Zeugen dafür gerufen, daß er im April 1611 in Rom die Sonnenflecken gezeigt habe, sondern auch PATER TANNER urbi et orbi zur Kenntnis gebracht hatte, daß vor dem 21. Oktober die Nachricht von Flecken in der Sonne von anderswo nach Ingolstadt gekommen war, also in einem Zeitpunkt, wo eine selbständige Entdeckung im Oktober für SCHEINER nicht zu retten war.

Eine so späte Verleugnung der eigenen Aussage, unter solchen Umständen in die Welt gesandt, kann als geschichtliches Zeugnis nicht in Betracht kommen.

Ist deshalb auf Grund der ältesten gedruckten Mitteilung SCHEINERS auch der Wahrnehmung im März oder April 1611 die Bedeutung einer Entdeckung der Sonnenflecken abzusprechen, so hat nicht allein P. ADAM TANNER, der nur diese älteste Aussage gekannt, keine Veranlassung gehabt, an SCHEINERS selbständige Entdeckung zu glauben; auch für die heute Lebenden liegt fernerhin kein Grund vor, darin von ihm abzuweichen. Auch die überraschende vollkommene Gleichzeitigkeit der Oktober-Beobachtung der beiden Ingolstädter Jesuiten kann nun minder wunderbar erscheinen; denn



in den Angaben beider liegt kein Hindernis zu glauben, daß die Nachricht „von anderswo" dem Mathematiker SCHEINER zur selben Zeit wie dem Theologen TANNER bekannt geworden sei, also auch für ihn die Veranlassung gegeben habe, den günstigen Zustand der Atmosphäre in der neunten Vormittagstunde des 21. Oktober zur Beobachtung der Sonne zu benutzen. Ohne Zweifel mußte ihn schon die „unbestimmte" Nachricht, mehr noch, was er sah, an früher Gesehenes erinnern, und nicht mehr als menschlich war, wenn er von dem zweiten Sehen bald darauf nur wie von einer Fortsetzung des ersten sprach, wenn ihm die Bedeutung dieses ersten mehr und mehr in den Vordergrund trat und er dem Kollegen TANNER überließ, von der Nachricht „von anderswo" zu erzählen.

Eine bestimmte Verleugnung der Wahrheit würde freilich in seinem Schweigen und in seinen direkten Erklärungen liegen, wenn man annehmen müßte, daß sich hinter TANNERS unbestimmtem Gerücht die Andeutung einer an SCHEINER gerichteten Meldung versteckte; das würde der Fall sein, wenn die von auswärts gekommene Nachricht identisch wäre mit der Mitteilung, die ein dritter gelehrter Jesuit an SCHEINER gerichtet haben will.

Mit großer Bestimmtheit hat bekanntlich [1]) im Jahre 1635 der Mathematiker PETER PAUL GULDEN [2]) dem GALILEI befreundeten Ingenieur PIERONI versichert: er sei es gewesen, der SCHEINER zuerst von GALILEIS Entdeckung der Sonnenflecken in Kenntnis gesetzt habe. Der Wert dieser Notiz ist nicht selten überschätzt worden. Sie enthält zunächst nicht mehr als die mit voller Zuversicht zur Geltung gebrachte Reminiszenz eines Zeugen, der als Ordensgenosse SCHEINERS vorzugsweise Glauben zu verdienen schien. Aber die Zuverlässigkeit der Erinnerung an Dinge, die vor 24 Jahren geschehen waren, ließ sich bezweifeln und war auch dadurch nicht außer Frage zu stellen, daß sowohl GULDENS Anwesenheit in Rom im Frühjahr 1611 wie das Bestehen persönlicher Beziehungen zwischen ihm und GALILEI in eben diesen Monaten nachgewiesen werden konnte. Unerweislich blieb überdies, da jede Zeitangabe fehlt, daß, wenn eine Nachricht des angegebenen Inhalts tatsächlich von GULDEN an SCHEINER gesandt war, sie nicht etwa nach Ingolstadt gekommen wäre, als SCHEINER bereits selbständig Beobachtungen ausgeführt hatte.

TANNERS genaue Zeitbestimmung läßt nun zwar für solche durch äußere Anregung nicht veranlaßte Beobachtungen keinen Raum; daß es aber ein aus Rom gesandter Bericht gewesen wäre, der im Oktober 1611 zu den Ingolstädter Beobachtungen die Anregung gab, wird durch die Ausdrücke, deren sich TANNER in seinen beiden Mitteilungen bedient, keines-

1) Vergl. die Briefe GIOVANNI PIERONIS vom 4. Jan. 1635 und vom 10. Okt. 1637. (Opere di GALILEI, Ed. Naz. XVI, 189 u. XVII, 193.)

2) Sonst zumeist als GULDIN bekannt.



wegs vorzugsweise wahrscheinlich. Die Bezeichnung der von auswärts gekommenen Nachricht als „incertus quidam rumor" konnte für eine briefliche Mitteilung über GALILEIS römische Demonstrationen nur dann gewählt werden, wenn bestimmte Gründe vorhanden waren, die Sache nicht beim richtigen Namen zu nennen. Solche Gründe lassen sich erdenken, aber nicht mehr als Möglichkeit wird mit ihrer Hilfe für die Annahme zu gewinnen sein, daß in TANNERS Worten eine Hinweisung auf GULDENS Mitteilung an SCHEINER liegt.

Sehr viel einfacher lassen sich eben diese Worte auf eine literarische Mitteilung beziehen, die tatsächlich kurz vor dem 21. Oktober in die Öffentlichkeit gedrungen war. Der in Frankfurt erschienene Katalog „aller Bücher, so zu Frankfurt in der Herbstmeß anno 1611 entweder ganz new oder sonsten verbessert etc. in der Buchgassen verkaufft worden", hatte auf Blatt 2b verso (Zeile 8—9) den Titel

JOANN. FABRICII Phrysii de Maculis in sole observatis et apparente earum cum sole conversione narratio.

gebracht [1]). So bestimmt JOHANN FABRICIUS in der so betitelten Schrift über seine Beobachtung der Sonnenflecken berichtete — nicht daß sie existierten, sondern nur daß ein völlig unbekannter Autor sie gesehen haben wollte, erfuhr durch den Titel seiner Schrift der Leser des Frankfurter Katalogs, und nicht mehr als „ein Gerücht" von Sonnenflecken brachte daher dieser Titel denen, die durch ihn zum ersten Mal von Flecken in der Sonne hörten. Der Zeitpunkt aber, in dem das Gerücht aus solcher Quelle sich verbreiten konnte oder mußte, ist offenbar bezeichnet durch die Zeit der Frankfurter Herbstmesse des Jahres 1611. Sie begann, wie ich durch eine gütige Mitteilung des Herrn Archivars DR. JUNG in Frankfurt a. M. erfahren habe, am 11. Sept. a. St., also am 21. nach der Rechnung im katholischen Kollegium zu Ingolstadt, und man kann daher, auch wenn ein verspätetes Erscheinen des Meßkatalogs wie mancherlei andere Zufälligkeiten in Betracht gezogen werden, nicht bezweifeln, daß kurz vor dem 21. Oktober die Nachricht von der Schrift des JOHANN FABRICIUS nach Ingolstadt gelangt sein konnte. Nichts weiter hat man daher vorauszusetzen, wenn man glauben will, daß sie in Wirklichkeit den gelehrten Vätern des Kollegiums zugegangen

1) Die Anzeige in dem mir vorliegenden Exemplar der Hamburger Stadtbibliothek enthält nicht, wie die bekannten Abdrucke der Schrift des JOH. FABRICIUS, die Angabe des Druckorts: Witebergae mit dem Zusatz: Typis Laurentij Seuberlichij, Impensis Johan. Borneri Senioris et Eliae Rehefeldij. Bibliop. Lips., sondern statt dessen nur: Lipsiae apud Joan. Bernerum et Eliam Rehefeldium in 4. Dadurch erklärt sich KEPLERS bekannte Äußerung (Opera, ed. FRISCH II p. 776): „Et o nos Pragae segnes, qui Lipsiam vicinam cum habeamus, ne nunc quidem ullum vidimus libelli exemplar".



ist, als daß zu ihren Gewohnheiten gehörte, was damals den Gelehrten aller Orten Gewohnheit war: den Frankfurter Meßkatalog der neu erschienenen Druckschriften bald nach seiner Veröffentlichung durchzusehen. In unerwarteter Weise ist demnach durch TANNERS Bericht wahrscheinlich gemacht, daß von JOHANN FABRICIUS die Anregung zu SCHEINER's Oktober-Beobachtungen ausgegangen ist.

Die ersten 6 Kapitel der Institutio Arithmetica des Nikomachos.

Von MAX SIMON (Straßburg i. E.)

Als meinen Beitrag zu der Huldigung vor dem weitaus größten lebenden Meister der Geschichte der Mathematik habe ich die Übertragung der Einleitung der Einführung in die Arithmetik des NIKOMACHOS gewählt NESSELMANN, der die heutigen Mathematiker auf Nikomachos aufmerksam gemacht hat, übergeht sie, BEOTIUS hat sie stark gekürzt, aber gerade sie beweist, daß wir es hier mit alt — pythagoreischem Gute zu tun haben, wenn auch von PLATON und mehr noch von ARISTOTELES beeinflußt. Die Nikomachische Arithmetik ist durch BOETIUS, der mit QUINCTILIAN entscheidend für die Organisation des spätrömischen höheren Schulwesens gewesen, bis tief ins 18. Jahrhundert für die Gymnasien von hohem Einfluß gewesen. Die Hochschulen Südfrankreichs, ich nenne Bordeaux (Burdigala) mit AUSONIUS, blieben vom Sturm der Völkerwanderung und den Franken unberührt, sie waren vorbildlich für die Hofschule KARL'S, diese für die Kathedralschulen, und aus ihnen hat sich unser Gymnasium entwickelt.

Jede Übersetzung ist eine Fälschung; das Mehr oder Minder festzustellen ist Sache der Kritik, der ich die meine übergebe.

I.

Die Männer, welche vor Zeiten als die Ersten die Wissenschaft methodisch betrieben, an ihrer Spitze PYTHAGORAS, definierten die Philosophie als die Liebe zur Weisheit, wie es ja auch der Name anzeigt. Vor PYTHAGORAS wurden alle, wie z. B. der Schneider, der Schuhmacher, der Steuermann, kurz jeder, der Fertigkeit in Kunst oder Handwerk besaß, mit gemeinsamem Namen ein Weiser genannt. PYTHAGORAS dagegen übertrug diesen Sammelnamen auf die Wissenschaft und die Erfassung des Seienden und bezeichnete einzig die Erkenntnis der Wahrheit im Problem des Seins [1]) als Weis-

1) Epistēmē tou ontos „Wissenschaft vom Seienden". Das „Problem des Seins" hat nicht nur den heutigen „homo Heidelbergensis", sondern vermutlich schon den primigenen beschäftigt, soweit es sich um „ta onta", die Dinge, handelt. Eine im



heit im eigentlichen Sinne und gebrauchte, wie es richtig war, für das Trachten und Suchen nach dieser Weisheit das Wort Philosophie [1]) im Sinne von Trachten nach Weisheit. Er verdient um so mehr Anerkennung vor Denen, welche andere Definitionen gaben, je größere Einsicht er in die eigentliche Bedeutung und den Inhalt der Philosophie bekundet. Und wie gesagt [2]), er definierte Weisheit als Wissenschaft von der Wahrheit im Problem des Seins, weil er der Meinung war, Wissenschaft sei die absolut sichere Erfassung des behandelten Gegenstandes und das Sein das, was an und für sich ewig im Kosmos beharrt, dessen Existenz niemals, sei es auch nur für kurze Zeit, unterbrochen wird. Dies dürfte doch nun das Nichtmaterielle sein, das, welches durch den Anteil, den es an den übrigen sogenannten Dingen hat, bewirkt, daß ein Jegliches „hier dieses Etwas" (Substanz) [3]) genannt wird und auch ist; denn das Körperliche und Materielle, meine ich, ist in beständigem Fluß und ewiger Veränderung begriffen und trägt dadurch die Natur und Eigenart der von Anfang an ewigen Materie und Grundlage zur Schau, denn diese war im höchsten Grade wandelbar und wechselnd. Dagegen bleibt das an ihr und mittelst ihrer wahrgenommene Unkörperliche wie: Qualität, Quantität, Gestalt, Größe, Kleinheit, Gleichheit, Verhältnis, Aktivität, Passivität, Ort, Zeit [4]), kurz alles durch das der einzelne Körper begrifflich bestimmt wird, unbeweglich und unveränderlich, und nur zufällig haben sie Anteil und Mitgenuß an den veränderlichen Zuständen des Körpers, an dem sie haften. Weisheit ist also vorzugsweise die Wissenschaft von diesen Kategorien; daneben aber auch von dem, an dem sie haften, d. h. von den Körpern [5]).

KANTschen Sinne wissenschaftliche, d. h. systematische Erfassung des Realen beginnt mit THALES und gipfelt, und zwar für alle Zeiten, in DEMOKRIT. Das Problem als „Wissenschaft des Seienden als Seiend" ist von PLATON erfaßt und von ARISTOTELES formuliert. Schon die Eleaten sind wahrhafte Metaphysiker, insbesondere PARMENIDES mit seiner Lehre von der Identität des begrifflichen Denkens und des Seins *„τὸ γὰρ αὐτὸ νοεῖν ἐστίν τε καὶ εἶναι"* und noch schärfer *„ταυτὸν δ' ἐστὶ νοεῖν καὶ οὕνεκέν ἐστι νόημα"*. Aber auch die Pythagoreer bezeichnen eine Etappe durch ihre Lehre von der vorbildlichen Zahl.

1) Über die Geschichte des Wortes und Begriffes „Philosophie" vgl. ÜBERWEG'S Grundriß (10. Aufl., K. PRAECHTER, 1909 S. 1 ff.). Daß Wort und Definition nicht von PYTHAGORAS herrühren, ist einleuchtend.

2) „*δὲ*" kann hier keinen Gegensatz bezeichnen.

3) „*τόδε τι*", der technische Ausdruck des ARISTOTELES für das bestimmte Einzelwesen, dem *οὐσία*, Substanz, zukommt.

4) Da Größe und Kleinheit ein Hendiadioin bilden, so haben wir hier die Kategorien des ARISTOTELES in der heiligen Zehnzahl der Pythagoreer.

5) In dieser doppelten Aufgabe der Philosophie als Wissenschaft von den Ideen und den Dingen tritt der Altpythagoreische Standpunkt hervor.

II.

Jenes Nichtmaterielle also, das ewig und unsterblich und für alle Zeiten gleichartig und unveränderlich ist, hat von der Natur die Beschaffenheit erhalten, zu beharren und in seiner eigenen Wesenheit zu verbleiben, daher wird es mit vollem Recht seiend genannt; dasjenige dagegen, was entsteht und vergeht, der Vermehrung und Verminderung fähig ist, mannigfachen Veränderungen unterliegt, sich in immer anderer Gemeinschaft findet und seine Erscheinung fortwährend wechselt, wird zwar auch gleich jenem andern seiend genannt, so weit es an ihm Anteil hat, ist aber seiner Natur nach nicht wahrhaft seiend; denn es bleibt auch nicht für einen Augenblick in demselben Zustand, sondern ist beständig im Übergang zu mannigfacher Veränderung begriffen. In diesem Sinne läßt PLATON den TIMAIOS [1]) sagen: „Was existiert ewig und ist doch nie geworden? und was ist zwar entstanden, aber existiert niemals?" Jenes ist das durch Begriffsbildung mittelst des Denkens Faßbare als ewig und unverändert Seiendes, dieses das durch das Vorstellungsvermögen auf Grund nicht logischer sinnlicher Wahrnehung Vorstellbare, entstehend und vergehend aber niemals wahrhaft seiend.

Das Vernünftigste und Notwendigste, wenn wir auf ein glückliches Leben [2]) als das dem Menschen zukommende und geziemende Ziel hinsteuern, besteht darin, die Eigenschaften der Dinge genau zu durchmustern und zu zergliedern. Ein glückliches Leben wird nur durch die Philosophie und durch nichts anderes bewirkt; Philosophie aber war, wie gesagt, das Verlangen nach Weisheit, Weisheit die Wissenschaft von der Wahrheit im Problem des Seins, und als Seiendes wurde ein Teil mit vollem Recht bezeichnet, ein anderer nur dem Namen nach. Beide Arten des Seienden, also die Begriffe und die Anschauungen, lassen sich teils in eine Vorstellung zusammenfassen und sind kontinuierlich wie z. B. ein Lebewesen, der Kosmos, ein Baum und dgl. [3]) und heißen dann mit Fug und Recht Größe; teils sind sie diskontinuierlich und nebeneinander gestellt wie in einem Haufen, und dies nennt man Menge, z. B. eine Herde, ein Volk, ein Haufen, ein Chor und ähnliches. Die Wissenschaft dieser beiden Formen ist für Weisheit zu erachten. Menge und Größe sind ihrer Natur nach notwendigerweise unendlich, denn die Menge geht von einer bestimmten Wurzel (der Eins) aus und läßt sich ins Unendliche fortsetzen; die Größe

1) Zitat aus Timaios Kap. 5, 28, den beiden Arten von Erkenntnisvermögen, Vernunft und Sinnlichkeit, wird im Kap. 18 als drittes der Raum hinzugesellt.

2) Euzoein ist synonym mit Eudämonie, die Definition zeigt den Gegensatz zur Lustlehre des ARISTIPP und EPIKUR und den Anschluß an ARISTOTELES.

3) Bei den Beispielen für die Contiua fehlen die Zeit- und Raumgrößen; BOETIUS hat allgemein „Omnia mundi hujus corpora", d. h. also die Masse hinzugefügt.

hat, falls ein bestimmtes Ganzes geteilt werden soll, keinen letzten Abschnitt und erstreckt sich dadurch ins Unendliche. Die Wissenschaften aber sind durchaus Wissen vom Endlichen und niemals vom Unendlichen; und so zeigt es sich, daß weder von der Größe schlechthin noch von der Menge eine Wissenschaft aufgestellt werden kann; denn unbestimmbar sind beide, die Menge in bezug auf Vermehrung, die Größe in bezug auf Verminderung. Es kann also nur eine Wissenschaft geben, welche sich auf ein begrenztes Gebiet aus ihnen bezieht, und zwar muß bei der Menge die Anzahl eine obere Grenze und bei der Größe eine untere Grenze [1]) haben.

III.

Und wiederum ist es von Anfang an klar, daß zwei wissenschaftliche Methoden den ganzen Gang der Mengenlehre umfassen und vollständig bestimmen werden. Denn ein Teil derselben wird an und für sich betrachtet ohne Beziehung zu etwas anderem, dahin gehört z. B. das Gerade und Ungerade, die vollkommenen Zahlen u. dgl. mehr. Der andere Teil dagegen zieht nur die gegenseitigen Verhältnisse [2]) in Betracht wie Verdoppelung, das Größer- oder Kleinersein, die Halbierung, das Verhältnis von 2 : 3, 4 : 3, und ähnliches. Den ersten Teil behandelt die Zahlentheorie [3]), den anderen die Musik. Von der Größe ist wieder der eine Teil in Ruhe und fester Lage, der andere in Bewegung und Umschwung; darum sind denn auch zwei verschiedene Wissenschaften nötig, um die Größenlehre gründlich zu behandeln, die Geometrie nämlich für die bleibende und ruhende Größe, die Astronomie für die Größe der fortschreitenden und drehenden Bewegung.

Ohne diese vier Wissenschaften wäre es wohl nicht möglich, die Erscheinungen des Seienden genau zu behandeln und ebenso wenig die Wahrheit im Problem des Seins zu finden, deren Wissenschaft Weisheit ist, und also auch offenbar nicht möglich, wahre Philosophie zu treiben. Denn wie der Maler der Mitwirkung gewöhnlichen Handwerks für die Richtigkeit der Perspektive bedarf, so nehmen auch Figuren und Zahlen und harmonische Intervalle und die Umdrehungen der Kreise tätigen An-

1) Das „Aphorismenon“, abgegrenzt, habe ich etwas weiter ausgeführt. Bei der Schärfe mit der das Problem der Decompositio continui erfaßt ist, trug ich kein Bedenken, das „abgegrenzt in bezug auf das wie groß“, als untere Grenze zu interpretieren.

2) Der technische Ausdruck ist eigentlich Logos, σχέσις bedeutet die Messung einer Größe durch eine andere.

3) Die Arithmetik das NIKOMACHOS, vergl. die Inhaltsangabe bei NESSELMANN, enthält vorzugsweise Zahlentheorie, allerdings verbunden mit einer sehr ausführlichen Lehre von den Proportionen.

teil an der Erkenntnis weiser Gedanken, wie ANDROKYDES, der Pythagoreer, sagt. Aber auch ARCHYTAS VON TARENT sagt im Anfang seiner Harmonielehre ungefähr dasselbe etwa mit folgenden Worten: „Trefflich [1]) scheinen mir die Jünger der exakten Wissenschaften ihre geistige Arbeit geleistet zu haben, und es hat daher nichts Auffallendes, daß sie über die Beschaffenheit der einzelnen Dinge durchaus richtig dachten; denn da sie das Wesen des Ganzen richtig bestimmten, so mußten sie auch das Wesen der Teile richtig erschauen. Ein klares Wissen überlieferten sie uns sicherlich von Geometrie, Arithmetik und Astronomie und ganz besonders von der Musik, denn diese Wissenschaften scheinen verschwistert zu sein; sie haben ja auf die beiden verschwisterten Formen [2]) des Seienden Anwendung.

PLATON rekapituliert am Ende des 13. Buches der Gesetze [3]), dem manche die Überschrift der Philosoph geben, weil er darin genau untersucht, wie der wahre Philosoph beschaffen sein muß und das, was er ausführlich besprochen hat und durchgegangen ist und fügt dann hinzu: „Jede Figur und jedes Zahlensystem, jede harmonische Tonfolge und jede Ordnung der Bewegungen der Gestirne muß dem auf richtige Weise Studierenden einzig die Harmonie offenbaren. Was wir aber die richtige Weise nennen, wird dem klar werden, der alles im Hinblick auf die göttliche Einheit betrachtet; denn als Band aller dieser vier Wissenschaften wird Eins hervorleuchten. Wenn aber jemand es unternimmt, auf andere Weise Philosophie zu treiben, so muß er die Glücksgöttin [4]) zur Gehilfin rufen; denn ohne diese vier Wissenschaften gibt es niemals einen Weg; ob schwer, ob leicht, hier muß man gehen, vernachlässigen darf man sie nicht. Und den, der alles dies so erfaßt, den nenne ich wahrhaft weise und bei dieser Behauptung verbleibe ich in Scherz und Ernst. Es liegt ja auch zutage, daß diese Wissenschaften gewissermaßen Leitern und Brücken gleichen, welche unsern Intellekt von Sinneseindrücken und Mutmaßungen hinüberleiten zu wissenschaftlichen Begriffen und von dem mit uns aufgewachsenen und von Kindheit an vertrauten Materiellen und Körperlichen zu dem Ungewohnten und der Sinnlichkeit Entgegengesetzten,

1) „Trefflich“ nach DIELS, Fragmente der Vorsokratiker p. 258. Die weitere Übersetzung dort trifft den Wortlaut: Diejenigen, welche gründlich (διά) über die mathem. Disziplinen nachgedacht haben.

2) DIELS übersetzt l. c. „Urgestalten“; man sieht, daß N. auch hier auf ARCHYTAS zurückgeht.

3) Hier wird die Epinomis einfach als Buch 13 der Nomoi bezeichnet, auffallend ist, daß grade Fr. AST, der 1817 die Eisagoge des NIKOMACHOS ediert hat, nicht nur, wie viele, die Echtheit der Epinomis, sondern auch die der Nomoi bezweifelt.

4) Daß „τύχη“ hier nicht den Zufall, sondern die Glücksgöttin bezeichnet, folgt aus dem Text bei PLATON. Der Zusatz „ὥσπερ καὶ λέγομεν“ verweist auf S. 91 d (Oxforder Ausgabe von 1900) εἰδὲ μή, Θεὸν ἄμεινον ἀεὶ καλεῖν.



zu dem, was dem Idealen und Ewigen in unserer Seele nähersteht und durch den geistigen Gehalt alles andere überragt.

Hierauf beziehen slch auch die Worte des SOKRATES in der „Politeia" PLATONS. Ein an der Unterredung Beteiligter scheint einige ganz verständige Gründe für das Betreiben der exakten Wissenschaften beizubringen, als welche recht nützlich für das menschliche Leben wären; die Arithmetik für Berechnungen, Verteilungen, gemeinsame Beiträge und Tausch und Gesellschaftsrechnung; die Geometrie für Stadtbelagerung, Orientierung der Heiligtümer und Feldverteilung; die Musik für Feste, Ergötzlichkeiten und Gottesdienst; die Sphärik aber oder Astronomie für Landbau und Schiffahrt und dadurch, daß sie den geeignetsten Moment zum Beginn einer Unternehmung an die Hand gibt. Aber zürnend erwidert SOKRATES: „Du bist mir nett! Du scheinst wohl zu fürchten, daß ich Dir in diesen Wissenschaften etwas Unbrauchbares zumute, doch das wäre sehr schwierig, ja, mehr noch, es wäre unmöglich, denn wenn das Auge der Seele im Kampfe ums Dasein erblindet und gleichsam begraben ist, wird es durch sie allein wieder zum Leben entfacht und erweckt, und das Auge zu retten ist mehr wert, als daß Myriaden leiblicher Augen erhalten würden, weil mit ihm allein das wahre Wesen des Alls [1]) erschaut wird."

IV.

Welcher von diesen vier Wegen [2]) soll nun zuerst erforscht werden? Offenbar doch der, der von Natur allen vorangeht, der dem Ursprung und der Wurzel nach die herrschende Stellung einnimmt und an den anderen sozusagen Mutterstelle vertritt. Dies ist aber die Arithmetik und zwar aus doppeltem Grunde. Wir konnten sagen, daß sie in dem Intellekt des schaffenden Gottes den Vorrang vor den anderen gehabt habe gleich wie ein ordnender und vorbildlicher Plan, auf den gestützt der Werkmeister des Ganzen wie nach einer Vorlage oder nach einem zuerst geprägten Vorbilde seine Schöpfungen aus dem Urstoff ordnete und bewirkte, daß sie ihren beabsichtigten Zweck erreichten [3]). Sodann aber geht sie ihrem Wesen nach

1) Die Worte „περὶ τοῦ παντός" „[in Betreff] des Alls" bilden einen den ganzen Schwung der berühmten PLATON-Stelle lähmenden Zusatz: Übrigens wäre es an der Zeit, daß die reine Mathematik der angewandten die annektierte Hälfte zurückgäbe.

2) „αἱ τέσσαρες μέθοδοι" von BOETIUS mit „Quadruvium" übersetzt, seit und durch ihn die Bezeichnung der vier Disziplinen, welche nach dem Trivium (Trivialschule, trivial) die eigentliche höhere Bildung gaben.

3) Man sehe hierzu die von A. BOECKH herausgegebenen Fragmente des PHILOLAOS. Wir haben hier eine in Zahlen praestabitierte Harmonie, noch weiter im 6. Kapitel ausgeführt. Über den Vorrang der Arithmetik vgl. DIELS, Fragmente, ARCHYTAS S. 263.



den übrigen drei Wissenschaften voraus insofern, als mit ihr die anderen aufgehoben werden, sie aber nicht mit jenen; z. B. geht der Begriff des Tieres dem des Menschen voraus, denn fällt der Begriff Tier weg, so fällt auch der Mensch weg, aber keinesweges fällt mit dem Menschen das Tier weg. Hinwieder ist der Begriff des Menschen umfassender als der des Elementarlehrers, denn wenn es keinen Menschen gibt, gibt es auch keinen Elementarlehrer, aber, wenn es auch keinen Elementarlehrer gäbe, könnte es doch Menschen geben. So ist dieser Begriff, weil er den anderen aufhebt, auch der ältere. Und aus der entgegengesetzten Betrachtung heißt derjenige Begriff der jüngere und später entstandene, der den Oberbegriff enthält, aber in ihm nicht enthalten ist; wie z. B. der des Musikers, denn er enthält ganz und gar den Begriff Mensch. Ein anderes Beispiel ist das Pferd; denn vollständig steckt der Begriff des Tieres in ihm, aber nicht umgekehrt; denn wenn es ein Tier gibt, ist es nicht notwendig, daß es ein Pferd sei, so wenig wie, wenn der Mensch vorhanden wäre, der Musiker mit eingeschlossen wäre. So steht es auch bei den besprochenen Wissenschaften. Sobald es eine Geometrie gibt, ist darin die Arithmetik mit gegeben; denn mit jener zugleich existieren Dreiecke, Quadrate, Oktaeder, Ikosaeder, Doppeltes, Einfaches nnd Anderthalbfaches oder irgend etwas anderes gleicher Art, was in der Geometrie vorkommt, und all dies kann nicht ohne die dazu gehörige Zahl begriffen werden.

Denn wie könnte etwas ein Dreifaches sein oder auch nur genannt werden, wenn die Zahl drei nicht vorläge, oder ein Achtfaches ohne die acht? Hingegen könnte es sehr wohl eine drei, vier und die ganze Zahlenreihe geben ohne die gleichnamigen Figuren. Folglich fällt mit der Arithmetik die Geometrie, aber nicht jene mit dieser, und sie ist in ihr enthalten, aber enthält sie nicht.

V.

Wenden wir uns nun zur Musik. Nicht nur ist das, was an und für sich ist, früher als seine Beziehung zu anderen, wie z. B. das Große früher als das Größere, das Reiche als das Reichere, der Mensch vor dem Vater, sondern es haben auch die musikalischen Konsonanzen Quarte, Quinte, Oktave ihren Namen auf Grund der Zahl. Gleicherweise beruhen auch die harmonischen Intervalle ganz und gar auf Zahlenverhältnissen, die Quarte 4:3; die Quinte 3:2; die Oktave 2:1; die Oberquinte 3:1 und 4:1 die letzte, die doppeltgestrichene Oktave. Noch klarer ist es, daß sich die Astronomie auf der Arithmetik aufbaut. Nicht allein, weil sie begrifflich später ist als die Geometrie (denn die Ruhe geht der Bewegung voraus); auch nicht weil die Bewegungen der Gestirne die wohlklingendsten Harmonien erzeugt haben, sondern weil nach Zahlenperioden und



Zahlenverhältnissen der Auf- und Untergang der Gestirne, Recht- und Rückläufigkeit, die Sternbedeckungen und mannigfache Phasen geregelt werden. So werden wir mit Recht von der ehrwürdigen und älteren Kunst, von der Mutter und Amme der anderen zuerst die Wissenschaft aufzustellen haben und den Anfang der Wissenschaftslehre zu gunsten der Klarheit von ihr aus machen.

VI.

Alles was von der Natur im Kosmos in planmäßiger Ordnung geschaffen worden ist, scheint von der Vorsehung, von dem Intellekt des Weltschöpfers in Teil und Ganzem unter dem Gesichtspunkt der Zahl gesichtet und geordnet zu sein. An diesem Vorbilde wurde festgehalten wie an [1]) einem Modell, weil die Zahl im Intellekt des Weltschöpfers eine vorbildliche Stellung hat; sie, die zwar nur ein Begriff und ganz und gar nicht materiell ist, aber doch wahrhaftes und ewiges Sein hat, auf daß im Hinblick auf sie wie auf einen technischen Plan alles dieses — Zeit, Bewegung, Himmel, Sterne — in vielfachen Entwickelungen vollendet wurden. Folglich ist es nötig, daß die Wissen schaffende Zahl, die über dies alles aus eigener Kraft herrscht, auch nicht aus fremder, sondern aus eigener Kraft geschaffen werde. Alles aber, was zusammenfassend geschaffen ist, ist aus entgegengesetzten Dingen zusammengefügt worden, natürlich aus vorhandenen. Denn weder können nicht vorhandene Dinge in Einklang gebracht werden, noch vorhandene, wenn sie einander gleich sind, noch verschiedene, wenn sie kein angebbares Verhältnis besitzen.

Es bleibt also nur übrig, daß das, was in Einklang [2]) gesetzt wird, sowohl vorhanden als verschieden ist und zu einander in bestimmtem Verhältnis steht. So ist es auch mit der Wissen schaffenden Zahl. Denn es sind in ihr zwei Ideen enthalten, die beide das Wesen der Vielheit besitzen, voneinander verschieden und doch nicht von verschiedener Art sind, nämlich das Ungerade und das Gerade. Von der wunderbaren göttlichen Natur sind sie gegenseitig in Einklang gebracht worden, in Eins verschmolzen und untrennbar, wie wir sogleich sehen werden [3]). —

---

1) *οἶον λόγον* wohl für *οἷον ἀνάλογον*; übrigens wird im späten Griechisch der Akkusativ nicht selten adverbial gebraucht.

2) Über die Definition der Harmonie vgl. man die Dissertation von W. BAUER, Der ältere Pythagoreismus, Bern 1899, und die jetzt, nachdem die Publikation sich durch zwei Jahre hingezogen hat, fertiggestellte Geschichte der Mathematik im Altertum des Verf.

3) Der Gegensatz zwischen dem Geraden und Ungeraden liegt daran, daß die in Einheiten aufgelöste ungerade Zahl den göttlichen Kern, die Einheit in der Mitte, den Repräsentanten der Seele des ZAGREUS, enthält. Bei PLUTARCH (*Νομᾶς* XIV) heißt es „*τοῖς μὲν οὐρανίοις περισσὰ θύειν, ἄρτια δὲ τοῖς χθονίοις*“. Wie der

Kap. VII. Die Zahl ist entweder Anzahl einer bestimmten Menge (Kardinalzahl) oder ein System von Einheiten (Ordinalzahl) oder der aus den Maßzahlen geflossene Zahlenstrom (Relative Zahl) [1]).

Gegensatz zwischen den Ober- und Unterirdischen Gottheiten mit diesem Gegensatz kombiniert wird.

1) Infolge der Bearbeitung des BOETIUS (Ausgabe von FRIEDLEIN, S. 1) wird meist angenommen, daß es sich hier um eine Zweiteilung handelt, dann müßte grammatisch hinter *ὡρισμένον* ein Komma stehen und ferner kann mit *μονάδων σύστημα* nur die Zahlenreihe als solche gemeint sein und der Strom der Wievielheit kann auch sinngemäß nur auf die relative Zahl, die Maßzahl, bezogen werden, und es ist gerade das Hauptverdienst der Pythagoreer, die dritte Wurzel des Zahlenbegriffs, aus der alle Erweiterungen hervorgehen, erkannt zu haben.



Una lettera inedita di Galileo Galilei concernente il "Simplicio" dei „Massimi Sistemi".

di ANTONIO FAVARO (Padova).

È stato per la prima volta fatto conoscere dal NELLI (1) un appunto che si legge in un esemplare della Lettera di GALILEO a Madama CRISTINA DI LORENA, stampata dagli Elzeviri con la versione latina a fronte, e che dice: "Papa URBANO si piccò col GALILEO, perchè aveva in minoribus disputate alcune cose del suo Sistema della mobilità della Terra prima di darle fuora, le quali poi messe in bocca, divulgandole, di SIMPLICIO, di che s'irritò il Papa, e lo fece abiurare, comparendo il pover' uomo con uno straccio di camicia in dosso, che faceva compassione." A parte pertanto la probabile esagerazione di quest' ultimo particolare, il fondo della riferita asserzione è vero, e convien credere che l' ignoto autore di essa fosse a cognizione di fatti i quali furono rivelati soltanto più tardi, quando cioè vennero resi di pubblica ragione i documenti del carteggio ad essi relativi.

Il primo avviso di difficoltà che incontrava in Roma il "Dialogo dei Massimi Sistemi" perveniva indirettamente a GALILEO, mandato da FILIPPO MAGALOTTI a MARIO GUIDUCCI sotto il dì 7 agosto 1632; ed in esso è scritto, in modo alquanto indeterminato, di "due o tre argumenti inventati propriamente dalla S.tà di N. S.re, con i quali pretende aver convinto il S.r GALILEO e dichiarata falsa la posizione del COPERNICO" (2); ma nella successiva, scritta dal medesimo MAGALOTTI allo stesso GUIDUCCI dei 4 settembre, è detto precisamente: "quanto agli argumenti di N. S.re, che era un solo veramente e si vedeva nella fine del libro, ma che era stato posto in bocca di SIMPLICIO, personaggio in tutto il progresso poco stimato, anzi più tosto deriso e burlato." Ed ambedue queste lettere non soltanto furono portate a cognizione di GALILEO, ma rimasero nelle sue mani, poichè furono rin-

1) Vita e commerico letterario di GALILEI, ecc. scritto da GIO. BATTISTA CLEMENTE DE' NELLI. Volume II. Losanna, 1793, pag. 909.

2) Le opere di GALILEO GALILEI, Edizione Nazionale, ecc. Vol. XIV, pag. 370.

3) Op. cit., Vol. XIV, pag. 379.



venute tra le sue carte e con quegli attergati autografi ch'egli era solito di apporre a quelle che direttamente gli pervenivano. E quando URBANO VIII, lagnandosi con l'Ambasciatore NICCOLINI della avvenuta pubblicazione, aggiungeva che GAILLEO "sa benissimo dove consistono le difficultà, se le vuol sapere, perchè n'habbiamo discorso con lui et l' ha sentite tutte da noi medesimi" [1]), non alludeva, conforme noi pensiamo, certamente ad altro.

E quale fosse l'argomento proposto da URBANO VIII, prima ancora di salire al soglio pontificio, a GALILEO, riferì per filo e per segno AGOSTINO OREGIO [2]), ed è proprio quello che SIMPLICIO, nella conclusione del Dialogo, dice aver appreso "da persona dottissima ed eminentissima" [3]); chè nelle conferenze avute più tardi quand'era ormai Papa, allorchè GALILEO s'era recato ad inchinarlo nella speranza di ottenerne esplicite dichiarazioni in favore della libertà della dottrina copernicana, noi sappiamo aver egli espressamente detto "che non era da temere che alcuno fosse mai per dimostrarla necessariamente vera" [4]); sebbene ciò che più tardi era a tale proposito pervenuto alle orecchie di GALILEO [5]), avesse potuto alimentare in lui ben altre speranze [6]).

Quale fosse adunque la vera causa della animosità di URBANO VIII contro di lui, a Galileo era ben noto, ché anche più tardi ebbe a scrivere essere stato quello "il primo motore di tutti i suoi travagli" [7]); ed anzi non è forse del tutto fuori di luogo il sospettare che quando nel suo primo costituto davanti al S. Uffizio egli tentò di essere udito direttamente dal Papa [8]), non fosse lontana dall'animo suo la speranza di poterlo disingannare circa ciò ch'egli aveva potuto da sè credere o che altri gli aveva insinuato relativamente al personaggio del SIMPLICIO, ed attenuare così le conseguenze della bufera che ormai s'era scatenata contro di lui.

Ma ciò ch'egli non aveva potuto fare prima della condanna, tentò in appresso, non foss'altro per procurare di mitigare l'animo del Pontefice che si manteneva verso di lui inflessibilmente severo. "L'argumento fattoli" essendo precisamente tornato in campo nella occasione delle pratiche tentate dal Conte DI NOAILLES presso URBANO VIII. per ottenere la

---

1) Op. cit., Vol. XIV, pag. 384.

2) AUGUSTINI OREGII S. R. E. Cardinalis, ecc. ad suos in universas theologiae partes tractatus, ecc. Opus posthumum. Romae, 1637, pag. 119.

3) Le Opere di GALILEO GALILEI. Edizione Nazionale, ecc. Vol. VII, pag. 488.

4) Op. cit., Vol. XIII, pag. 182.

5) Op. cit., Vol. XIV, pag. 77—78.

6) Op. cit., Vol. XV, pag. 111.

7) Op. cit., Vol. XVI, pag. 455.

8) Op. cit., Vol. X1X, pag. 339.

liberazione DI GALILEO [1]), D. BENEDETTO CASTELLI, perfettamente informato del vero stato delle cose, forse per suggerimento di Galileo stesso o di concerto con lui, considerando che, fintantochè non fosse tolta quella persuasione dall' animo dell' iracondo e pertinace Pontefice, non si sarebbe potuto sperare alleviamento alcuno al suo Maestro, si pose all' opera, e già sotto il dì 22 dicembre 1635 gli comunicò d'avere per questo fine fatto capo al più giovane nipote di URBANO VIII, e gli scrive nei termini seguenti: "ho cominciato a sincerare l' Em.mo Sig.r Card.le ANTONIO (e ha mostrato di haverlo tanto caro) che la calonnia data a V. S. molto Ill.re che ella ne' suoi Dialoghi habbia per SIMPLICIO voluto intendere quella persona che è degna del sommo honore, ho, dico, sincerata S. Em.za in modo come è la verità che questa calonnia è falsissima, e m' ha detto di volere parlare con buona occasione con chi si deve e fare ogni buono ufficio" [2]). Ma passano quasi dieciotto mesi prima che la „buona occasione" si presenti e le pratiche possano avere il loro effetto: è infatti appena dei 12 luglio 1636 la lettera con la quale il CASTELLI poteva rag, guagliare GALILEO del successo ottenuto, e lo faceva scrivendogli: "li fo sapere, come dopo havere piu volte trattato con l'Em.mo Sig.r Card.le ANTONIO BARBERINO intorno al suo negozio, e sincerato Sua Em.za che V.S. non ha mai hauto pure un minimo pensiero di offendere nè vilipendere la S.tà di N.S., e che era lontanissima da così indegna azione, e che questa verità poteva havere mille rincontri e riprove, e che l'essere cascato in questo concetto li premeva più che il resto de' suoi travaglii, e che questa machina de' suoi nemici l'haveva trafitta sino all'anima; havendo mostrato S. Em.za di restare sodisfatta, ed essendosi mostrata pronta a sincerare N.S. stesso, come unico e potentissimo mezzo in questo affare, l'Ecc.mo Sig.r Ambasciatore di Francia fece risoluzione di pregare S. Em.za che si degnasse fare così honorata operazione appresso S.S.tà Il Sig.r Cardinale promise di fare il servizio con tutto il spirito, come effettivamente ha fatto; e ieri mattina il Sig.r Ambasciatore all'audienza di S. S.tà fece la medesima sincerazione a N. S. stesso, il quale, se bene mostrò sentimento che il negozio fosse gravissimo per la Christianità tutta, in ogni modo parlò di V. S. con dimostrazione di benignità, e disse haveva sempre amato V. S. e che li haveva date delle pensioni, e che di questo particolare il Sig.r Card.le ANTONIO haveva parlato gagliardamente: ed havendo il Sig.r Ambasciatore rappresentato a S. S. che V. S. era prontissimo a tolerare qualsivoglia mortificazione che venisse dalla sua santa mano, ma che non poteva patire che i maligni havessero posta in campo

1) Op. cit., Vol. XVI, pag. 171.
2) Op. cit., Vol. XVI, pag. 363.

cosi scelerata machina, e che non era mai stato suo pensiero di offendare la S.tà Sua, N. Signore disse queste precise parole: Lo crediamo, lo crediamo. Il Sig.re Ambasciatore giudicò prudentemente di non andare più ottre; e trattando dopo con l'Em.mo Sig.r Card. ANTONIO restò assai consolato, perchè S. Em.za gli promise di continovare gli officii, e che sperava fare cosa buona"[1]). GALILEO ne rimase assai sodisfatto; si affrettò a darne partecipazione al MICANZIO[2]), ne ringraziava il CASTELLI[3]), le il Card. ANTONIO BARBERINI con una lettera da lui inviata per il recapito all'Ambasciatore NICCOLINI[4]) e fin qui rimasa inedita tra i tesori della Biblioteca Barberiniana. La lettera è del seguente tenore:

Emin.mo Sig.re e mio Pad.n Col.mo

Per lettere del Rev.mo Padre Ab.te CASTELLI ho inteso quanto l'Em.za Vostra ha per me operato appresso la S.tà di nostro Signore per sincerarla della purità e candidezza della mia mente, alienissima da quel concetto che i miei inimici havevano impresso nell'animo suo. Questo sentire che S.tà Sua habbia deposto una per me cosi sinistra opinione, mi rende infinitamente men grave la mia carcere e l'esilio dalla casa mia; onde io mi sento legato alla benignità di V. Em.za d'obbligo eterno, al quale non posso sodisfare se non con una aperta confessione: tale è la mia debolezza, e la nulla indigenza dell'Em.za Sua.

Gradisca questo piccol segno di gratitudine, che solo mi è concesso, e spero che il Signore Dio, scrutatore dei cuori, non lascerà senza premio l'haver ella porto aiuto alla mia innocenza. E qui umilmente la inchino.

Dalla mia carcere d'Arcetri, li 26 di Luglio 1636.

Dell' Em.za Vostra
Humil.mo e Dev.mo Ser.re
GALILEO GALILEI.

Le speranze che GALILEO ed i suoi amici[5]) avevano concepite sulle conseguenze di questo primo successo andarono deluse: e forse non fu sen zamotivo il mantenimento del personaggio di SIMPLICIO „assai domato" come giudicò il CASTELLI[6]), anche nei Dialoghi delle Nuove Scienze. URBANO VIII si manteneva implacabilmente avverso all'infelice filosofo; soltanto dopochè ebbe fatto constatare com'egli fosse „total-

1) Op. cit., Vol. XVI, pag. 449—450.
2) Op. cit., Vol. XVI, pag. 455.
3) Op. cit., Vol. XVI, pag. 456.
4) Op. cit., Vol. XVI, pag. 460.
5) Op. cit., Vol. XVI, pag. 461, 512.
6) Op. cit., Vol. XVIII, pag. 26.

mente privo di vista e cieco affatto", gli concedette di trasferirsi dalla villa in Firenze per farsi curare dalle sue infermità, di recarsi nei giorni di festa a sentir messa nella vicina chiesa e di fare in occasione della Pasqua le sue divozioni. Ma alla domanda di totale liberazione, presentata ancora una volta nell'aprile 1639 [1]), fu opposto un assoluto rifiuto, sicchè l'augusto vegliardo poteva tuttavia datare il 20 gennaio 1641 [2]) una sua lettera „Dalla Villa d'Arcetri, mio continuato carcere et esilio dalla città."

1) Op. cit., Vol. XIX, pag. 290.
2) Op. cit., Vol. XVIII, pag. 291.

Iatromathematisches auf Papyrusblättern.

Studienspäne von KARL SUDHOFF (Leipzig).

„Was will Saul unter den Propheten?" höre ich die mathematischen Fachhistoriker fragen. — Nur bei einer besonders feierlichen Gelegenheit der historia mathematices seine Karte abgeben. — So fern die Iatromathematik der wahren Mathematik liegt, so fern sei es mir, den Historikern dieser exaktesten von allen Wissenschaften in's Handwerk zu pfuschen! Aber dem hochverdienten Mann, dem dieses Heft gilt, bei diesem festlichen Anlasse meine Reverenz zu machen, das möchte ich nicht versäumen.

„Iatromathematika", *ἰατρομαθηματικά*, so nannte sich ein Buch, das sich des sagenhaften, „dreimal größten" Hermes als Verfassers rühmte. Über diesen Gott geheimster Weisheit, der sich an den altägyptischen „Thot" offensichtig anlehnte, sind die Akten noch lange nicht geschlossen, aber daß er an Bedeutung in den letzten Jahrzehnten verloren hätte, an Bedeutung und an Interesse, will mir nicht scheinen. Da mag der Hinweis manchem neu sein, daß sein Name auch in den Papyri begegnet.

Seine älteste Erwähnung fand KARL WESSELY in einem Papyrus der Sammlung Erzherzog RAINER aus der „Stadt des Hermes", aus Hermopolis, in einem Ehrendekret an einen hohen Beamten [1]), der aus der genannten Stadt gebürtig war, unter der Regierung des GALLIENUS (260—268). Es wird darin der fromme Segenswunsch ausgesprochen:

— — *τοῦ [πατρῴου] ἡμῶν θεοῦ τρισμεγίστου Ἑρμοῦ ὅς παρίσταταί σοι* — — „Unseres Gottes, des Gottes unserer Väter, des dreimalgrößten Hermes, der dich beschützt".

Nicht viel jünger sind die Nennungen in WESSELY's „Zauberpapyrus", Zeile 886 ‚*τὰ ὀ(νόματα) ἃ ἔγραψεν ἐν Ἡλιουπόλει ὁ τρισμέγιστος Ἑρμῆς ἱερογλυφικοῖς γράμμασι*' [2]) und in den „Neuen Zauberpapyri" Z. 560, ‚*τρὶς μέγας Ἑρμῆς*' [3]).

In der Hermesstadt „Hermopolis" hatte also schon vor dem Jahre 300 unserer Zeitrechnung Hermes Trismegistos offizielle Geltung.

1) Mitteilungen aus der Samml. Erzh. RAINER, Bd. V, Wien 1892, S. 133/134.

2) Denkschr. der Kais. Akademie der Wissenschaften, Philos.-Histor. Kl. 36. Bd. S. 66/67, Wien 1888.

3) Ebenda Bd. 42, Wien 1893.



Wir rücken hiermit in den chronologischen Nachweisen für den apokryphen mystischen Autor, der mit der Frühgeschichte der Alchemie und mit der Iatromathematik in Ägypten so eng verknüpft ist, schon recht nahe an den bisher ältesten Gewährsmann, den Kirchenvater TERTULLIAN, heran, der ja in der Schrift „Adversus Valentianos", die etwa 210 geschrieben ist[1]) im 15. Kapitel von ihm als dem „Mercurius ille Trismegistus magister omnium physicorum" spricht.

Doch der Name allein bringt uns hier auch nicht weiter. Wie steht es denn mit dem Sachlichen der Iatromathematik, mit den Beziehungen der Astrologie zur Heilkunde in den Papyri?

Naturgemäß verschwindet es etwas gegenüber dem Allgemein-Astrologischen, den häufig anzutreffenden Horoskopen und den divinatorischen Fragmenten verschiedener Art. Ist doch auch in der großen Sammlung der griechischen Astrologen-Handschriften, die, unter den Auspizien von FRANZ BOLL, FRANZ CUMONT, WILHELM KROLL und ALEXANDER OLIVIERI, nun schon in 7 Bänden vorliegt[2]), des Astrologisch-Medizinischen nicht viel. Aber völlig fehlt auch das Iatromathematische nicht in den Papyri.

So findet sich denn schon auf einem Pergamentstück der Münchener Hof- und Staatsbibliothek aus dem 7. Jahrhundert, das FRANZ BOLL 1901 im Archiv für Papyrusforschung, Bd. I, S. 492—500 veröffentlicht hat, einiges, das in das Gebiet der *σινῶν καὶ παθῶν σωματικῶν* des 3. Buches der Tetrabiblos des PTOLEMAIOS gehört. Es scheint aus der chaldäischen Astrologenschule zu stammen und handelt von den Wirkungen der 24 Sterntierkreisbilder bei ihrem Aufgange am Himmel. So heißt es von dem 18. Gotte, d. h. Sternbild, unter anderem

— — *ποιεῖ δὲ παρανατε[ι*
15 *λας] ταῖς γένεσι κτήσεων γεγενημένων*
εἰσοδιασμόν, πάλι[ν ἐξο]διασμο[ὺ. . .ς εἰς] ἀλυ-
σ]ιτελεῖς ἀναλώ[σεις καὶ] προ[σ]κ[οπὰς] προσ[ο
δέν τε ἐκ θανάτω[ν οὐ]κ ἀνεπιδό[ξων ἀ]σθενεί-
ας συνεχεῖς οἰκείω[ν ἢ καὶ] παιδ[ῶν . . .] ἀκίν[δυ]
20 *νος ὁ τῆς ζωῆς φ[. . . . .] θησ[αυρ . . . . .*
. . ηπ . τέκνων κ[αὶ συ]μβιωσ[

1) Vgl. KARL ADAM, Die Chronologie der noch vorhandenen Schriften TERTULLIANS. Der Katholik, 88. Jahrg. 1908, S. 423 und 434. N. BONWETSCH, die Schriften TERTULLIANS, Bonn 1878 setzt die Schrift vor 207.

2) Catalogus Codicum Astrologorum Graecorum, Vol. I Cod. Florentini, Vol. II Veneti, Vol. III Mediolanenses, Vol. IV alii Italici, Vol. V Romani, Vol. VI. Vindobonenses, Vol. VII. Germanici, Bruxellis, 1898—1908.



[. . . . .]
κτη[. .]τότων χρ[υσίω]ν φυλασσομέ[νων]
ε[ὕρ]η[σιν] συνεχε]ῖς] τε ἄρθρων καὶ κρυ[φίμ]ων
25 τόπων ἀλγηδόνας δηλοῖ καὶ τῆς συ[μβ]ιού
σης ἀκαταστασί]αν] ἄχρι ἐξόδου — —

Auch in *συναρμογαί* oder *συμβιώσεις*, im ehelichen Leben, kommt ja vieles im Sinne des PTOLEMAIOS in Frage, was auf das medizinische Gebiet hinübergreift, z. B. die Störungen der Kohabitationsfähigkeit und ähnliches, was ja dann zu den ausgesprochen ärztlichen *ἀσθένειαι*, den Krankheiten, und speziell zu den kontinuierlichen Schmerzen der Gelenke und der verborgenen Stellen hinüberleitet, den *συνεχεῖς ἄρθρων καὶ κρυφίμων τόπων ἀλγηδόνας*, die auch unter die Wirkungen dieser 18. Gestirnsgottheit zu rechnen sind, deren Sternbild in der Gegend der Zwillinge gelegen ist.

Etwas erheblichere Erträgnisse liefert ein anderes, weit umfangreicheres Fragment, das sich auf Oxyrhynchitischen Papyrusblättern aufgezeichnet fand, die GRENFELL und HUNT 1903 publiziert haben; Beziehungen zu dem Münchener Pergamentbruchstück scheinen unverkennbar.

Ich hebe aus diesem „Astrologischen Kalender", wie die Herausgeber ihn bezeichnen, der Oxyrhynchos-Papyri III Nr. 465, der auf jedes Tierkreisbild 6 Wochen zu 5 Tagen rechnet, das Medizinisch-Prognostische heraus.

Die Niederschrift stammt aus dem Ende des 2. Jahrhunderts; die Herausgeber sind geneigt, sie mit den „Salmenichiaka" oder „Salmeschoinaka" des PORPHYRIOS und JAMBLICHOS zu identifizieren oder wenigstens in Beziehung zu setzen (BOLL, Sphaera, S. 376 ff.).

Pharmuthi 16—20 ὑδροχόος, Aquarius.
Zeile 12 ὁ δὲ κραταιὸς αὐτοῦ, ὄνομα αὐ
τῷ ἐστιν Νεβύ — — —
Zeile 38 — — οὗτος ποι-
[εῖ . . . χω]λαίνε[ι]ν διὰ τὸ τὸν ἕνα πόδα
40 [. . . . . . .]ον γενέσθα]ι. τὸ δὲ ἀρρώστη-
[μα τοῦ καιρο]ῦ περὶ τὰ ἔντερα καὶ τὰ σπλάγ-
[χνα καὶ πολλ]οὶ θάνατοι ἔσονται. οὗτος
[ποιεῖ τὰς ἀρρωστίας ἀπὸ θεῶν χωλὸν
44 [καὶ . . . .] καὶ πόνον περὶ τὴν — —

„Dieser [Gott] macht die Menschen lahm, weil ein Fuß [schwach? schmerzhaft?] geworden ist. Die Krankheit aber dieses Zeitraumes sitzt in den Eingeweiden und Gedärmen und viele werden tot sein . . ." Auch anderes Lahmsein und Schmerzen schickt dieser Gestirn-Gott.



Pachon 6—10 *ἰχθύες*, Pisces [Göttin Saphtyn?]

145 — — *ἐν [δ]ὲ τῷ καιρῷ τούτῳ οἱ ἄνδρες*
καταφέρο[υσ]ι ε[ἰ]ς τὰς γυναῖκες, πολλοῖς
δὲ τέκνα [ἐπιγ]ίνεται. καὶ εἷς ἄρσης αὐτῷ
ἐξ αὐτῶν [χρησ]ιμεύσει τὰ δὲ λοιπὰ ἀπο-
θανεῖται κα[ὶ] ἀρσενικά. οὗτος ποιεῖ ταῖς
150 *δούλαις ἐπι[. .]τεσθαι ταῖς ἰδίαις καὶ γεν-*
νῶσιν αὐτοὶ [τ]έκνα καὶ ταῦτα κυριεύσει
τῶν βίων αὐτῶν ⟨καὶ τῶν⟩ ἐλευθέρων γυ-
ναικῶν. οὗτος ποιεῖ τὰς γυναῖκας ἀ[τ]όκους
γίνεσθαι καὶ τεκνοποιεῖσθαι ἕτερα τέ[κνα
155 *καὶ κυριεύειν αὐτὰ τῶν βίων αὐτα[ῖς. τὸ δὲ*
ἀρρώστημα τὸ ἐν τῶ καιρῷ περὶ το[ὺς . . . .
μους καὶ παυσοτα[ ]. οὗτος ποιεῖ ε[. . . . .
ἀποθνήσκειν.

---

146 und 153 lies *γυναῖκας*.

In diesem Zeitraum neigen sich die Männer zu den Weibern, und vielen werden Kinder geboren, und ein männliches von ihnen wird ihm [dem Gotte? aber es ist eine Göttin!] nützlich sein, der Rest aber wird sterben, auch die männlichen [Kinder]. Diese Zeit treibt die Männer, sich auf ihre Sklavinnen zu legen, und sie werden Kinder bekommen und diese werden herrschen über ihr [der Väter] Leben, auch über die freien Frauen. Diese Zeit macht die Ehefrauen unfruchtbar und andere Kinder kommen zur Welt und die herrschen über der Frauen Leben.

Die Krankheit aber dieser Zeit liegt in den Schultern [? Augen?] und . . . . die Zeit aber [bringt . . . .] Sterben.

Pachon 1—15. Der 2. Gott der Fische, Tetimausa. e. e. [?]

— — *ο]ὗτος ὁ*
θεὸς ποιεῖ γῆρας πολὺ ἕως κ[αμ]φθῇ τῷ γήρᾳ,
οὗτος ποιεῖ κυρτοὺς ἢ καὶ ἀπὸ ἀρρωστήματος
225 *καμφθῆναι, οὗτος ποιεῖ νάνους τίκτεσθαι,*
οὗτος τέρατα ὁμοιοειδῆ κανθάρῳ, οὗτος
μὴ ἔχοντα ὀφθαλμούς, οὗτος κωφά, οὗτος νωδά,
οὗτ[ος] ποιεῖ τὰ [π]άθη τοῖς ἀνδράσιν πυγίζε-
230 *σ[θαι κρ]υβῇ καὶ [πά]λιν κιναίδους φανερούς.*

Dieser Gott macht hohes Alter, bis der Mensch gebeugt wird durch das Greisenalter, er macht Bucklige und durch Krankheit Gebeugte, er macht, daß Zwerge geboren werden und Mißgeburten gleich einem bauchigen Becher und Augenlose und Taube und Zahnlose; er macht die geschlechtlichen Leidenschaften der Männer zum Perversen heimlich sich wenden und hinwiederum zur offenen Päderastie.

Zu dem letzten Abschnitt möchte ich auf folgende Stelle in der



„Tetrabiblos" des Ptolemaios im 4. Buche verweisen, im Abschnitt „De conjugiis": „. . incendent in natis immoderatas turpissimarum libidinum flammas et pronos paratosque ad quemvis concubitum, sine discrimine, sive agant ipsi sive patiantur. In certis vero figuris etiam flagitiose obscoenos ac foedos. . . . In extremis duobus hoc modo collocati cardinibus occiduo nimirum et infimo, spadonum et enuchorum causa erunt, vel sterilitatem inducent, virgaeve meatus obturabunt. Mars ubi accesserit, genitalia viris amputabit: ex femellis, quas *τριβάδας* vocant, efficiet".

Das Interesse der Orientalen hat sich ja allezeit besonders um die Genitalsphäre gedreht. Auch in den babylonisch-assyrischen Astrologenberichten auf Keilschrifttafeln, die Campbell Thompson 1900 herausgegeben hat [1]), finden sich grade über das Geschlecht der Nachkommenschaft und über andere sexuelle Fragen schon siderale Bestimmungen und Prognosen. Doch bieten unsere mindestens 1000 Jahre jüngern hellenistischen Papyrusfetzen doch schon ein weit tieferes Eingehen in die astrale Krankheitsprognostik trotz ihrer Dürftigkeit, als die assyrischen Lehmtafeln, soweit sie uns bis heute bekannt sind [2]). Sehr weit ab liegt zwar bisher alles nicht von den Saisonkrankheiten des Hippokrates und seiner Schule. Jedenfalls ist noch ein ziemlicher Weg von dieser Krankheit sendenden Tierkreisgöttin aus der Sphäre der „Salmenichiaka" zu der Planetenmantik nach Körperteilen, die von den Wandelsternen beherrscht werden, wie sie den Inhalt des *Προγνωστικὰ περὶ κατακλίσεως νοσούντων ἐκ τῆς μαθηματικῆς ἐπιστήμης πρὸς Ἄμμωνα Αἰγύπτιον* bilden, die unter dem Namen des Hermes trismegistos gehen, — aber auch solches spezielle planetare Prognosenmaterial für den Arzt werden uns die Papyri wohl noch spenden, wie sie es uns in zahlreichen speziellen Horoskopen und allgemeinen Anweisungen zur Beurteilung des Planetenstandes für die Lebensschicksale schon ganz im späteren Stile gebracht haben. Man vergleiche beispielsweise nur das Horoskop aus den Tagen Christi (aus dem Jahre 20—50 unserer Zeitrechnung) im II. Bande der Oxyrhynchos-Papyri Nr. 235 S. 138f. und noch weit charakteristischer das astrologische Werk über die *ἀποτελέσματα* der Planetenstellungen im 2. Band der Tebtynis-Papyri Nr. 276, S. 30ff., deren einige zum Schlusse hier stehen mögen:

10 [*ὁ δὲ τοῦ Κρόν*]*ου τριγώνος ὑπάρχων τῷ*
[*τοῦ Ἄρεως δυσ*]*τυχεῖαν δηλοῖ.*

1) The reports of the Magicians and Astrologers of Niniveh and Babylon in the British Museum II. Vols, London Luzac and Co.

2) Ich habe dies in der Nummer 41 der „Medizinischen Woche" vom 14. Oktober 1901 zusammen gestellt in „Medizinisches aus babylonisch-assyrischen Astrologenberichten".



[ὁ δὲ τοῦ Δι]ός τῷ τοῦ Ἄρεως τρίγωνος
[ὑπάρχων] ἢ καὶ συνπαρὼν μεγάλας
[βασιλεία]ς καὶ ἡγεμονίας ἀποτελεῖ.
15 [ἡ δὲ Ἀφροδίτ]η παρατυγχάνουσα τῷ τοῦ
[Ἄρεως πορ]νίας ⟨καὶ⟩ μοιχείας κατίσ[τ]ησιν.

Das sind also die geläufigen Trigona des Saturn mit dem Mars samt ihren unglücklichen Folgen, die Trigona und Konjunktionen zwischen Mars und Jupiter und die Konjunktionen der Venus mit dem Mars und ihre sexuellen Konsequenzen, — wie man dies in der Zeit des Lebensendes des PTOLEMAIOS, aus welcher dieser Papyrus etwa stammt, nicht anders erwarten konnte.

L. Eulers Verdienste um die mathematische und physikalische Geographie.

Von SIEGMUND GÜNTHER (München).

Im Jahre 1907 wurde allseitig das Fest der zweihundertjährigen Wiederkehr des Tages begangen, an welchem der vielseitigste und erfolgreichste Mathematiker des XVIII. Jahrhunderts das Licht der Welt erblickt hatte. Mit vollem Rechte veranstaltete die mathematische Abteilung der in Dresden zusammengetretenen Naturforscherversammlung eine eigene EULER-Sitzung, in welcher neun Vorträge über die Tätigkeit des genialen Mannes auf den verschiedensten Gebieten gehalten wurden. Und nicht weniger als fünf hatten es mit Fragen der angewandten Mathematik und Physik zu tun [1]). Die Erdkunde als solche blieb damals unberücksichtigt, was kaum auffallen kann; war sie doch selbst zu Eulers Zeiten noch keine selbständige geschlossene Wissenschaft [2]), und wer seinem Wirken auch nach dieser Seite hin nachgehen wollte, war gezwungen, sich zunächst einen Überblick über die als ungeheuer zu bezeichnende Stoffmasse zu verschaffen — eine Arbeit, die einen jeden abschrecken mußte. Erst jetzt, nachdem uns STÄCKEL und AHRENS durch ihr überaus dankens-

1) Verhandlungen der 79. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte, 2. Teil, 1. Hälfte Leipzig 1908, S. 6 ff.: E. BRAUER, die EULERsche Turbinentheorie; R. GANS, EULER als Physiker; E. TIMERDING, Über EULERs Arbeiten zur nautischen Mechanik; W. HORT, Die Bedeutung EULERs für die wissenschaftliche Technik; E. HOPPE, EULERs Verdienste um die Optik. Mit dem Inhalte dieser Vorträge, insonderheit desjenigen von GANR, muß sich selbstverständlich diese unsere eigene Schilderung in einzelnen Punkten berühren.

2) Immerhin verdient bemerkt zu werden, daß gerade in der Zeit, da EULER schon dem Zenit seines Ruhmes sich näherte, ein Werk erschien, welches alle die Gegenstände, welche wir heute in der „Allgemeinen Erdkunde" zusammenzufassen pflegen, in einer geradezu mustergültigen Darstellung brachte (LULOFs, Anleitung zu der mathematischen und physikalischen Erkenntnis der Erdkugel, aus dem Holländischen übersetzt von KÄSTNER, Göttingen-Leipzig 1755). Und auch ein zweites ähnliches Kompendium in schwedischer Sprache trat während seiner Lebenszeit ans Licht (MALLET-BERGMAN, Mathematisk och Physisk Beskrifning öfver Jordklot, Upsala 1766).



wertes Buch[1]) die Orientierung so sehr erleichtert haben, daß man in kürzester Frist Zusammengehöriges finden kann, durfte auch der Historiker der wissenschaftlichen Erdkunde an eine Aufgabe herantreten, die vordem als eine überaus schwierige angesehen werden mußte. Nunmehr wird sich herausstellen, daß er auch im Bereiche der hier in Betracht kommenden Disziplinen eine staunenswert zu nennende Arbeit geleistet und eine Menge von Problemen in Angriff genommen hat, deren ganze Tragweite sich damals noch nicht vollständig überschauen ließ. Alle spezifisch astronomischen und physikalischen Abhandlungen bleiben hier ausgeschlossen; nur dasjenige ist heranzuziehen, was, aus EULERS Feder stammend[2]), unmittelbar der Förderung der Wissenschaft von der Erde zu dienen bestimmt war. In erster Linie soll uns hier die geographische Ortsbestimmung beschäftigen; sowohl die Breite wie auch die Länge nach neuen Methoden zu ermitteln, ließ sich Euler angelegen sein. Diese Bestrebungen verfolgten einen reellen Zweck, während eine andere auch die astronomische Geographie streifende Studie[3]) mehr nur als ein Spezimen zur Lehre vom Größten und Kleinsten angesehen sein will. Mit der Breite befassen sich zwei Aufsätze[4]), deren Entstehungszeit eine überaus distante war. Die Forderung, aus drei Gleichungen von der Form (h, s, σ bekannt)

$$\sin h_1 = \sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos u$$
$$\sin h_2 = \sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos (u + s)$$
$$\sin h_3 = \sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos (u + \sigma)$$

Die drei unbekannten Größen δ, φ und u zu berechnen, war damals schwierig, denn noch hatte Euler selbst nicht diejenige Systematik der ebenen und sphärischen Trigonometrie geschaffen, welche uns Epigonen als die natürliche, ja allein mögliche erscheint, aber wir dürfen mit von BRAUNMÜHL[5]) wohl annehmen, daß sich eben bei dieser Aufgabe die Notwendigkeit herausstellte, eine gründliche Reform der Dreiecksberechnung,

1) Der Briefwechsel zwischen C. G. J. JACOBI und P. H. v. FUSS über die Herausgabe der Werke EULERS herausgegeben, erläutert und durch einen Abdruck der FUSSschen Liste der EULERschen Werke ergänzt von P. STÄCKEL und W. AHRENS, Leipzig 1908.

2) Arbeiten der Söhne wurden hier unbeachtet gelassen, mag auch sehr häufig die Feder eines der jüngeren EULERS geistig der ältere geführt haben.

3) De trajectu citissimo stellae per duos circulos almucantarath datos, pro qualibet elevatione poli, N. Comm. Petrop., 25. Band (1775, S. 503 ff.).

4) Solutio problematis astronomici: Ex datis tribus stellae fixae altitudinibus et temporum differentiis invenire elevationem poli et declinationem stellae, Comment Petrop., 4. Band (1729), S. 98 ff.; Considerationes super problemate astronomico praecedente, Acta Petrop., 1. Band (1777 I), S. 269 ff.

5) A. v. BRAUNMÜHL, Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie, 2. Teil, Leipzig 1903, S. 102.



vorab in formaler Hinsicht, in die Wege zu leiten. Im gleichen Bande der St. Petersburger Denkschriften nehmen noch vier andere Geometer, darunter solche von hohem Rufe, nämlich D. BERNOULLI, HERMANN, der gerade um die Trigonometrie sehr verdiente F. C. MAIER [1]) und KRAFFT, die Aufgabe der drei Höhen in Angriff; jeder löst sie in seiner Art, aber durchaus mit einer nach unseren Begriffen fast unbegreiflichen Schwerfälligkeit und Umständlichkeit, indem nur bei EULER sich bereits ein gewisser Ansatz zu eleganterer und abkürzender Behandlung bemerklich macht.

Der Gedanke, Längendifferenzen durch Beobachtung und Messung des Abstandes eines Fixsternes von der Mondscheibe zu ermitteln, geht auf den Anfang des XVI. Jahrhunderts zurück, vermochte aber lange wegen der Ungenauigkeit der Instrumente und wegen der Unzuverlässigkeit der Mondtafeln nur ganz unvollkommen verwirklicht zu werden [2]). Es ist bekannt, daß die Bestrebungen der Engländer, die Meereslänge sicherer zu finden, für EULERS tiefgehende Forschungen über die Mondbewegung bestimmend gewesen sind [3]). Aber auch die Methodik der Längenbestimmung hat derselbe vorwärts gebracht, zunächst [4]) für den Spezialfall der Entfernung Null, d. h. für eine Sternbedeckung, dann [5]) jedoch auch für eine beliebige scheinbare Distanz beider Himmelskörper. Auch die mit der Längenbestimmung aufs engste zusammenhängende Zeitbestimmung zur See gab ihm zu denken und verschaffte ihm einen Pariser Preis [6]). Wo und ob überhaupt eine weitere Studie Eulers, die doch auch hier der Sache noch einschlägig wäre, gedruckt werden sollte, wissen wir nicht anzugeben, sind vielmehr bloß auf eine Angabe von WOLF angewiesen, die folgendermaßen lautet [7]): „Im Jahre 1735 wurde der Akademie auf-

1) MAIER wird (a. a. O., S. 95ff.) als einer von denjenigen aufgeführt, welche die ganz und gar in Stagnation geratene Trigonometrie weiterbildeten und insbesondere auch die Bezeichnung verbesserten.

2) Eine gute Charakteristik der älteren und neueren Versuche gibt G. WEYERS „Zeit- und Ortsbestimmung" (Allgemeine Enzyklopädie der Physik, 1. Band, Leipzig 1869, S. 759ff.). EULERs Name wird jedoch nicht genannt, und überhaupt ist er auch in der großen Mehrzahl der hierher gehörigen Lehr- und Handbücher, unerwähnt geblieben, so sehr ein Hinweis auf ihn auch am Platze gewesen wäre.

3) Vgl. R. WOLF, Geschichte der Astronomie, München 1877, S. 495ff.

4) Méthode de déterminer la longitude des lieux par l'observation des étoiles fixes par la lune, Mémoires de Berlin, 3. Band (1747), S. 178ff.

5) De inventione longitudinis locorum ex observata lunae distantia a quadam stella fixa cognita, Acta Petrop., 4. Band (1780, II), S. 301ff.

6) Er wurde 1747 erteilt (STÄCKEL-AHRENS, a. a. O., S. 169) für die im Interesse der Schiffahrt ausgeschriebene Preisaufgabe (Sur la meilleure manière de trouver l'heure en mer par observation, soit dans le jour, soit dans les crépuscules, et surtout dans la nuit, quand on ne voit pas l'horizon, prix de 1747).

7) R. WOLF, Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz, 4. Zyklus, Zürich, 1862, S. 95.



getragen, schleunigst für die Polhöhe von St. Petersburg eine Hilfstafel zur Zeitbestimmung aus korrespondierenden Sonnenhöhen zu konstruieren, welche für jeden Grad der Deklination und für jeden Unterschied der Beobachtungszeit von 1 bis 18 Stunden die Mittagsverbesserung bis auf Terzien genau gäbe". Näheres über diese reine Kalkulationsleistung ist, wie gesagt, nicht zu erfahren [1]), und wissenschaftlich hatte sie ja wohl auch keine besondere Bedeutung, eine um so größere aber für EULER. Denn dieser machte sich anheischig, die kolossale Rechnungsarbeit, für welche seine Kollegen in der Akademie mehrere Monate Zeit verlangt hatten, in drei Tagen fertigzustellen; er löste auch seine Zusage ein, zog sich aber durch die Überanstrengung eine schwere Krankheit zu und verlor infolge dieser die Sehkraft auf dem einen Auge, was dann später, 1771, die vollständige Blindheit nach sich zog. Daß ihm bei dieser Sachlage die häufig an ihn herantretende Pflicht, vorgelegte Karten auf ihre Richtigkeit zu prüfen, Schwierigkeiten bereitete, ist nur allzu begreiflich, denn er fühlte, wie sein Auge unter dieser Anspannung litt, und äußerte sich GOLDBACH gegenüber [2]): „Die Geographie ist mir fatal".

Gerade mit Landkarten mußte er sich aber in der kritischen Zeit viel zu schaffen machen. Wir haben einen Brief von ihm [3]), der unterm 10. Dezember 1735 an einen unbekannten, offenbar in höheren Regierungskreisen zu suchenden Adressaten geschrieben ward. Da sich damals die Unbrauchbarkeit der KIRILOW'schen Generalkarte des russischen Reiches immer klarer offenbarte, so errichtete der Akademievorstand v. KORFF an dieser ein besonderes „geographisches Departement unter DELISLE's [4]) Oberleitung, und über die Art und Weise, wie dieses seinen Aufgaben am besten ge-

1) Allem Vermuten nach haben wir diese für ihren Berechner so verhängnisvoll gewordene Tafel vor uns in einem Manuskripte, welches der jüngere FUSS, zusammen mit anderen, 1884 auffand (STÄCKEL-AHRENS, a. a. O., S. 165). Der Titel lautet: „Tabula aequationis meridiei, ex duabus aequalibus Solis altitudinibus, ante et post meridiem observatis, in minutis tertiis temporis computata, pro singulis gradibus declinationis Solis ab intervallo observationum unius horae usque ad octodecim, ad elevationem poli in Observatorio Petropolitano, quae est 59° 57'". Man hat es somit nicht einmal für der Mühe wert erachtet, die mechanische Riesenarbeit, für die es wohl EULERschen Geistes nicht bedurft hätte, unter die Presse zu geben.

2) Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du 18 me siècle précédée d'une notice sur les travaux de Léonard EULER et publiée par P. H. FUSS, St. Pétersburg 1843; Brief an GOLDBACH vom 21. Aug. 1740.

3) Über die geographischen Karten zu Anfang des vorigen Jahrhunderts; nebst einem Briefe von LEONHARD EULER, Nordischer Merkur, 2. Band (1805), S. 244 ff

4) JOSEPHE NICOLAS DELISLE (1688—1768) wurde 1725 von KATHARINA I. in ihre neue Hauptstadt berufen und blieb daselbst zweiundzwanzig Jahre als Mitglied der Akademie und, wie erwähnt, speziell als Dirigent des geographischen Dienstzweiges.

recht werden konnte, forderte man Gutachten vom letztgenannten, sowie auch von HEINSIUS [1]) und EULER ein. Hierauf bezieht sich jenes Schreiben, worin sehr zutreffend dargelegt wird, ohne gute astronomische Ortsbestimmung sei jede Karte minderwertig. Besitze man aber einige Fixpunkte, so könne man mit der Ausarbeitung von Spezialkarten kleinerer Landesteile beginnen, diese dann zu Provinzialkarten vereinigen und schließlich auf Grund solcher Materialien eine gute Hauptkarte fertigen. Im Sinne dieser Ratschläge ist auch nachmals vorgegangen worden [2]).

Rußland war schon viel zu groß, um bei seiner Mappierung die Erdkrümmung ohne grobe Fehler vernachlässigen zu können, und so sah sich Euler ganz von selbst zur Kartenprojektionslehre hingelenkt, die er mit drei wertvollen Untersuchungen [3]) beschenkte. Dieselben tragen fast das gleiche Entstehungsdatum, sind folglich aus einem Gusse hervorvorgegangen und fördern die Abbildungstheorie in mehrfacher Weise. Nicht blos die perspektivischen Entwürfe habe er, so sagt sein Eingangsbericht, im Auge, sondern er fasse das Wort der Abbildnng („repraesentatio“) in einem viel allgemeineren Sinne, indem einzelnen Punkten der Kugelfläche nach einem bestimmten Gesetze die entsprechenden Punkte der Bildebene zugeordnet würden. Das sphärische Elementarrechteck wird durch Differentialbeziehungen in ein ebenes Parallelogramm übergeführt. Kongruenz ist undenkbar; absolut genaue Abbildungen sind ausgeschlossen. Dann wird die Mercator-Projektion wesentlich in der uns geläufigen Form erörtert, zugleich mit Herleitung der „höheren transzendenten Kurven“, in welche sich ein größter Kugelkreis verwandelt. Neu ist die Betrachtung

1) GOTTFRIED HEINSIUS (1709—1769) war längere Zeit DELISLE als Adjunkt zugeteilt. Seine Kometenbeobachtungen (St. Petersburg 1744) spielen in der Geschichte dieser Abteilung der Sternkunde eine gewisse Rolle.

2) Im Jahre 1745 wurde der neue Atlas ausgegeben, und diesem folgte, weil er ebenfalls noch nicht befriedigte, eine verbesserte Auflage 1759. Die große Generalkarte von TRESKOTT und SCHMIDT, die sich DELISLEs Methode angepaßt hatte, erhielt das Publikum erst 1777. EULER hatte auch während seines Berliner Aufenthaltes praktische Geographie zu treiben; sowohl zu dem aus 44 Karten bestehenden Atlas des Königreichs Preußen, wie auch zu dem drei Karten weniger zählenden Schulatlas der Gesamterde hatte er auf Anordnung der Akademie einen „Vorbericht“ zu schreiben (STÄCKEL-AHRENS, a. a. O., S. 71, S. 168 ff.)

3) De repraesentatione superficiei sphaericae super plano, Acta Petrop., 1. Band (1777, I,) S. 107 ff.; De projectione geographica Delisliana in Mappa generali Imperii Russici usitata, ebenda, 1. Band (1777, I, S. 143 ff.); De projectione geographica superficiei sphaerica, ebenda 1. Band (1777, I), S. 133 ff. Diese letztere Abhandlung, welche bei dem furchtbaren Stadtbrande von 1771 beinahe zugrunde gegangen wäre, kam ins geographische Departement. Uns steht die schöne, mit Kommentar versehene Übersetzung WANGERINs zu Gebote (drei Abhandlungen EULERs über Kartenprojektion, OSTWALDs Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 93).

„der Karten, welche jede Fläche in ihrer wahren Größe darstellen" — der erste Versuch, die aequivalente oder flächentreue Abbildung, von der bis dahin nur einzelne Spezialitäten bekannt waren [1]), allgemein — allerdings ziemlich aphoristisch [2]) — abzuhandeln. Weit wichtiger ist der umfänglichere Abschnitt über die konformen oder winkeltreuen Netzentwürfe, der so wenig in die Öffentlichkeit gedrungen ist, daß, wie WANGERIN betont [3]), selbst JACOBI nichts von ihm wußte, wenngleich gerade hier des Autors analytische Virtuosität ihre Triumphe feierte. Die maßgebenden partiellen Differentialgleichungen werden mittels Funktionen komplexer Variablen allgemein aufgelöst. Die zweite Studie wendet sich der konformen Wiedergabe von Halbkugeln zu, zeigt, daß die Projektion der wachsenden Breiten eben diese Eigenschaft habe, und verweilt hierauf ausführlicher bei der in die gleiche Kategorie gehörenden stereographischen Abbildung. Letztere konnte, trotz HASES Empfehlung [4]), für die „Gesamtkarte des russischen Reiches" keine Anwendung finden, weil sie für entlegene Areale, wie die Halbinsel Kamtschatka, eine ungeheuerliche Flächenverzerrung geliefert hätte, und so entschied man sich für DELISLES Manier, die nach WANGERINS richtiger Bemerkung [5]) freilich schon bei G. MERCATOR hätte aufgefunden werden können. EULER entwickelt zuvörderst ganz elementar deren Haupteigenschaften; den Verzerrungsfehler erachtet er, da die Karte ja nicht entfernt bis zum Aequator reiche, nicht für übermäßig groß. In der Tat kann gerade Rußland, dessen Hauptabmessungen den Parallelkreisen sich anpassen, recht wohl in ein derartiges Bild gebracht werden. WANGERINS Schlußurteil, daß EULER gegenüber LAMBERT [6]) und LAGRANGE [7]), den beiden anderen um die Abbildungslehre verdienten Mathematikern, in manchen Dingen eine unleugbare Überlegenheit erkennen lasse, während in anderen diese wieder über ihn hinausgingen, trifft den Kern der Sache. Eine Auf-

---

1) Die ersten, zum teile von dem kaiserlichen Hofmathematiker J. STAB herrührenden Abbildungsarten dieses Prinzips machte J. WERNER bekannt (Libellus de quattuor terrarum orbis in plano figurationibus, Nürnberg 1514). Siehe auch GALLOIS, Les géographes allemands de la renaissance, Paris 1890, S. 117 ff.

2) EULER-WANGERIN, a. a. O., S. 15 ff., S. 32 ff.

3) Ebenda, S. 66.

4) Über HASE, seine Verbindungen mit J. B. HOMANN und über die in diesen Kreisen obwaltende prinzipielle Bevorzugung des stereographischen Verfahrens unterrichtet S. RUGE (Aus der Sturm- und Drangperiode der deutschen Geographie, Zeitschr. f. wissensch. Geogr., 5. Band, S. 249 ff., 355 ff.)

5) WANGERIN, a. a. O. S. 73.

6) J. H. LAMBERT, Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten, herausgegeben von WANGERIN, OSTWALDS Klassiker, Nr. 54.

7) LAGRANGE und GAUSS, Abhandlungen über Kartenprojektion (1779 und 1822), herausgegeben von WANGERIN, ebenda Nr. 55.



gabe, die in nahem Konnex zur Projektionslehre steht, gab EULER zu tun, als er daran ging[1]), rechnerisch zu ermitteln, wie die Globussegmente, die auf einen Erd- oder Himmelsglobus kommen sollen, am besten begrenzt werden.

Das Problem der Erdgestalt, rein für sich betrachtet, hat Euler nur gelegentlich einmal beschäftigt[2]). Dagegen interessierte ihn lebhaft eine damit nahe zusammenhängende Frage: Wie ist der Begriff der Parallaxe für eine sphaeroidische Erde aufzufassen? Für die entfernteren Weltkörper ist ja ein Unterschied zwischen Kugel und Umdrehungsellipsoid nicht vorhanden, wohl aber für den Mond, und auf ihn wurde demgemäß das Augenmerk gerichtet[3]). Schon vorher hatte der ältere TOBIAS MAYER[4]) die Bestimmung der Entfernung von Erde und Mond unter diesem Gesichtspunkte diskutiert, und etwas später stellte KÄSTNER[5]) ein Formelsystem auf, welches in der Hauptsache mit dem EULER'schen übereinstimmt. Dieses ist namentlich auch deswegen bemerkenswert, weil ihm eine Tabelle für die Differenz zwischen geographischer und geozentrischer Breite, d. h. für den in der Nähe von 45^0 sein Maximum erreichenden Winkel zwischen Radius Vektor und Normale entnommen wird.

Nicht unerwähnt darf, solange die astronomische Geographie zur

---

1) De corporibus regularibus per doctrinam sphaericam determinatis, ubi simul nova methodus globos sive coelestes sive terrestres charta obducendi traditur, Acta Petrop., 4. Band, 1752—1753), S. 140 ff. (An anderer Stelle (FIORINI-GÜNTHER, Erd- und Himmelsgloben, ihre Geschichte und Konstruktion, Leipzig 1895, S. 99ff.) wurde ähnlicher, einen neuen Gedanken in die seit A. DÜRER nicht erheblich vorwärts gekommene Globuskunst hineintragenden, fruchtbaren Anregungen der analytischen Methode näher getreten; leider jedoch wurde EULER selbst sowohl im italienischen Originale, wie auch in der deutschen Bearbeitung nicht berücksichtigt, was als ein entschiedener Mangel zu bezeichnen ist.

2) Wir lesen bei STÄCKEL-AHRENS (a. a. O., S. 149): „Methodus determinandi gradus Meridiani pariter ac Paralleli Telluris, secundum mensuram a Celeb. DE MAUPERTUIS cum sociis institutam, C.Petr. 12. 1740 (1750) S. 224 (in einer Abh. von WINSHEIM, welcher sagt: Communicavit mecum hunc in finem benignissime methodum suam Celeb. EULERUS, mire facilem et compendiosam, quam ipsissimis Viri Celeb. verbis, bona cum ejus venia, praemitto)." Über WINSHEIMs Persönlichkeit und Leistungen sind wir eine Mitteilung zu machen nicht imstande.

3) Theoria parallaxeos ad figuram Terrae sphaeroidicam accomodata, Acta Petrop., 3. Band (1779), S. 241 ff. Nach der ihm übermittelten Handschrift bearbeitete JOH. BERNOULLI (III) diese Theorie in deutscher Sprache (BODES Astronom. Jahrb. für 1783, Berlin 1780, S. 3 ff).

4) T. MAYER (I), In parallaxin Lunae, ejusdemque a Terra distantiam inquisitio, Comment. Soc. R. Scient. Gotting., 2. Band (1752), S. 159 ff.

5) A. G. KÄSTNER, Weitere Ausführung der mathematischen Geographie besonders in Absicht auf die sphaeriodische Gestalt der Erde, Göttingen 1795, S. 212 ff.



Erörterung steht, auch ein wenig bekannter Brief EULERS[1]) an einen englischen Freund bleiben, worin die Wahrscheinlichkeit einer stetigen Verkleinerung der Erdbahn darzutun versucht wird. Daß der ganze Weltraum von einem außerordentlich dünnen Stoffe, dem Träger der Lichtfortpflanzung, erfüllt sei, wurde aus physikalischen Gründen für gewiß angenommen, und so mußte auch, fast hundert Jahre vor dem Auftauchen der bekannten Streitfrage über den ENCKEschen Kometen[2]), eine progressive Verkürzung der von unserem Planeten beschriebenen Ellipse postuliert werden. EULER kannte einstweilen keine älteren brauchbaren Beobachtungen als die des Nürnberger Astronomen B. WALTHER (um 1500) hatte jedoch gehört, LE MONNIER habe die um ein halbes Jahrtausend älteren des Arabers IBN JUNIS[3]) aufgefunden, und fordert nun zu einer Vergleichung auf, die ihm vermutlich Recht geben werde. Verhalte es sich aber so, dann stehe der Erdentod durch Verbrennen in der Sonne bevor, und wie schon dieser Weltkörper ein Ende finden werde, so müßte auch auf einen Anfang, auf eine Schöpfung, geschlossen werden. Gewiß eine merkwürdige Antizipation jener Gedanken, welche viel später durch den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ausgelöst worden sind!

Die Erdrotation wurde von EULER wiederholt zum Gegenstande tiefgründiger Überlegungen gemacht, oder richtiger gesagt, er stellte ganz allgemein die Forderung, zu ermitteln, wodurch und wie die Achsendrehung eines frei schwebenden, kugelförmigen Körpers beeinflußt werden könne. Daß zumal die — wenn auch geringe — Abweichung von der rein sphärischen Gestalt eine Alteration bedingen müsse, wurde in zwei Abhandlungen[4]) näher dargelegt. Vor allem kam es darauf an, den

1) Pars of a Letter from LEONHARD EULER ... tho the Rev. Mr. CASPAR WETTSTEIN ..., concerning the gradual Approach of the Earth to the Sun, translated from the French by S. T., Philosophical Transactions, 46. Band (1749—1750), S. 203ff. Der erste Teil des Schreibens wurde am 2. November, eine Fortsetzung welche auch die Abnahme des Jahres als Merkmal hinstellte, am 20. Dezember 1749 verlesen. Beiläufig bemerkt, teilte EULER seinem Korrespondenten auch rein geographische Neuigkeiten mit (Extract of a Letter to Mr. WETTSTEIN concerning the Discoveries of the Russians on the North-East Coast of Asia, ebenda, 44. Band (1747), S. 421 ff.)

2) Über die aus diesem Anlasse entstandene Meinungsverschiedenheit zwischen ENCKE und BESSEL spricht sich des näheren aus MAEDLER (Geschichte der Himmelskunde von der ältesten bis auf die neueste Zeit, 2. Band, Braunschweig 1873, S. 89ff.).

3) S. für IBN JUNIS (besser IBN JÛNUS) CANTOR (Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik, 1. Band, Leipzig 1894, S. 743, S. 749).

4) De perturbatione planetarum ab eorum figura non sphaerica oriunda, Novi



Unterschied zwischen geometrischer und instantaner Rotationsachse in das richtige Licht zu setzen. Sowohl in einem an die beiden vorgenannten sich anschließenden Aufsatze [1]), wie auch in dem berühmten Handbuche der Mechanik starrer Körper [2]) wurde von EULER ein Lehrsatz bewiesen, demzufolge jede äußere oder interne Massenumsetzung bewirken muß, daß die augenblickliche Achse um die sozusagen rechtmäßige eine Kegelbewegung ausführen muß, deren Öffnung sich angeben läßt, und deren Periode ebenfalls berechnet werden kann. In besonderem Falle der Erde sind es 305 Tage, welche der instantane Pol braucht, um den geometrischen Pol in einem Kreise zu umwandern. Natürlich war sich der Erfinder dieses Satzes darüber klar, daß die Erscheinung schwerlich je zu voller Ausprägung gelangen könne, weil ja jede neue Umlagerung gleich wieder eine neue Anwendung jenes Prinzipes zur Folge haben müßte. Die Tatsache, daß die drei Hauptträgheitsmomente der sphäroidischen Erde nur wenig voneinander abweichen können, und daß mithin auch der beschriebene Kegel immer nur eine ganz kleine sphärische Basis habe, wird bestimmt von EULER ausgesprochen, der die Richtigkeit seiner Behauptungen auch mittelst einer maschinellen Nachbildung erweisen zu können glaubt [3]). Wie folgenreich dieses EULERsche Theorem in unseren Tagen geworden ist, nachdem die Veränderlichkeit der Polhöhen unzweifelhaft erkannt [4]), ja sogar eine Kausalbeziehung dieser internen Achsenverlegung zu den Erdbeben [5]) in den Bereich der Möglichkeiten gerückt worden ist, braucht kaum besonders betont zu werden.

Wie erwähnt, bezieht sich dieses oben besprochene Phänomen nicht sowohl, wie man oft liest, auf wirkliche Achsenschwankungen; von solchen sollte vielmehr nur dann die Rede sein, wenn die Punkte der Himmelskugel, in welchen die verlängerte geometrische (nicht momentane) Erdachse jene trifft, eine periodische Bewegung erkennen lassen. Dies trifft

---

Comm. Petrop., 2. Band (1750—1751), S. 235 ff.; Remarques générales sur le mouvement diurne des planètes, Mém. de Berlin, 14. Band (1758), S. 194 ff.

1) Recherches sur le mouvement de rotation des corps célestes, Mém. de Berlin, 15. Band (1759), S. 265 ff.

2) Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum, Rostock-Greifswald 1765. S. 317 ff.; deutsche Bearbeitung von J. P. WOLFERS, 3. Band, Greifswald 1853 S. 462 ff.

3) Recherches usw., S. 275.

4) Hiervon wird in dem uns hier angehenden Zusammenhange an mehreren Orten gehandelt (GÜNTHER, Handbuch der Geophysik, 1. Band, Stuttgart 1897, S. 276 ff.; GRAVELIUS, Die Veränderlichkeit der Polhöhen, Naturw. Rundschau, 9. Jahrgang, S. 1 ff.; R. HOERNES, Ältere und neuere Ansichten über Verlegungen der Erdachse, Mitt. der Geol. Ges. in Wien, 1908, S. 159 ff.).

5) Vgl. hierzu: SIEBERG, Handbuch der Erdbebenkunde, Braunschweig 1904, S. 131 ff.



zu bei der Präzession und Nutation, die auch beide EULERS Interesse auf sich zogen [1]). Er bahnt sich den Weg zu ihrer Erforschung durch eine Berechnung gewisser Attraktionseffekte [2]), und es ist da beachtenswert, wie er sich, da ihm der Begriff des Potentiales noch nicht zur Verfügung steht, durch Betrachtung spezieller Fälle [3]) die notwendigen Unterlagen schafft.

Soweit hatten wir uns mit EULERschen Arbeiten zu befassen, die entweder unmittelbar in die mathematische Erdkunde einschlagen oder doch auf der Grenze zwischen dieser und der physikalischen Erdkunde sich bewegen. Die letztere kommt in einem ihrer wichtigsten Kapitel, der Morphologie der Erdoberfläche, aus nahe liegenden Gründen nicht zur Geltung, denn das einzige Thema [4]), an das man beim Lesen der Aufschrift denken könnte, gehört nur scheinbar diesem Gebiete an. Wohl aber geben uns reichlichen Stoff zur Besprechung die anderen Abteilungen: Atmosphärische Physik, Erdmagnetismus, Meereskunde. In der hier angegebenen Reihenfolge wollen wir EULERS geophysische Betätigung einer Analyse unterwerfen.

In eine Klasse von Studienobjekten, für welche der Name Geographische Akustik in Vorschlag gebracht worden ist [5]), gehört die Untersuchung des Echos [6]). EULER bemüht sich, diese Erscheinung auf die

---

1) Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la terre, Mém. de Berlin, 5. Band (1749), S. 289ff.; Avertissement au sujet des recherches sur la précession des équinoxes, ebenda (1750), S. 412ff. Der Grundgedanke, der überaus mannigfaltig variiert wird, hat in der erstgenannten Abhandlung nachstehende Gestalt erhalten: „La terre pendant qu'elle tourne autour de l'axe CA étant sollicitée par une force AG appliquée à l'extremité de cette axe, dont le moment AG. AH est connu, trouver le changement instantané, qui sera causé par cette force dans l'axe de rotation". Mit C ist der Erdmittelpunkt gemeint.

2) De attractione corporum sphaeroidico-ellipticorum, Comm. Petrop., 10. Band (1738), S. 102ff.

3) Untersucht werden die Anziehung, welche eine homogen mit Masse belegte Ellipse auf einen Achsenendpunkt, ein homogenes Rotationsellipsoid auf einen der beiden Pole oder auf einen im Äquator befindlichen Massenpunkt ausübt. Wie man sieht, sind die Beispiele so gewählt, daß über die Richtung der Kraft kein Zweifel obwalten konnte. Immerhin sieht sich EULER in den Stand gesetzt, die Bestimmung der Planetengestalt vorzunehmen, wenn diese bloß von Schwer- und Zentrifugalkraft abhängt.

4) Recherches sur le mouvement des rivières, Mém. de Berlin, 16. Band (1760), S. 101 ff. Eine rein hydrodynamische Untersuchung ohne alle Anwendungen.

5) GÜNTHER, Akustisch-Geographische Probleme, Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wissensch., Math.-Phys. Kl., 31. Band (1901), S. 15 ff.

6) Sectio quarta de motu aeris in tubis, Novi Comm. Petrop., 16. Band (1773), S. 281 ff. Vorher war schon die Echobildung als Konsequenz der Schallfort-



Schwingungen einer Luftsäule in einer Röhre zurückzuführen, womit allerdings nicht alle in der Natur auftretenden Möglichkeiten erschöpft sind. Für die meteorologische Optik wichtig ist die erste geschichtlich nachweisbare Aufstellung der Differentialgleichung der Refraktionskurve[1]), woran sich eine Anwendung auf die Befreiung des Nivellementes von den durch die Lichtbrechung bedingten Fehlern knüpft. An einem Ort, wo man es weniger erwarten sollte, wird von einem neu gewonnenen Standpunkte aus auf die barometrische Höhenmessung eingegangen[2]); des ferneren hat EULER auch an die Konstruktion eines neuen Manometers gedacht[3]). Vielleicht darf hier auch an jene Berechnung der Auftriebsbewegung eines Luftballons[4]) erinnert werden, welche der Unermüdliche noch wenige Tage vor seinem Tode, unter Bewältigung einer neuen schwierigen Integration, fertig gebracht hatte[5]). Mit dynamischer Meteorologie hat er sich, was bei deren natürlicher Tendenz, analytische Probleme zu stellen, fast wunder nehmen kann, nur gelegentlich abgegeben, als es ein Gutachten über D'ALEMBERTS astrometeorologische Theorie der Winde zu erstatten galt[6]). Daß er im Polarlichte eine terrestrische Emanation erblickte[7]),

pflanzung (Éclaircissement plus détaillée sur la génération et la propagation du son et sur la formation de l'écho, Mem. de Berlin, 21. Band (1765), S. 335 ff.) behandelt worden.

1) De la réfraction de la lumière en passant par l'atmosphère, Mém. de Berlin, 10. Band (1754), S. 131 ff.; Vera theoria refractionis radiorum lucis, rationibus et experimentis confirmata, Acta Petrop., 1. Band (1777, I), S. 177 ff. C. M. v. BAUERNFEIND (Elemente der Vermessungskunde, 2. Band, Stuttgart 1890, S. 333 ff.) zitiert verschiedene Gelehrte, welche die „alte ungenaue Art", die Strahlenbrechung in der Lufthülle zu berechnen, zu verbessern unternahmen, nicht aber den, der auch auf diesem Arbeitsfelde bahnbrechend voranschritt — und das war eben EULER.

2) Principes généraux de l'état d'équilibre des fluides, Mém. de Berlin, 11. Band (1755), S. 274 ff.

3) Constructio manometri densitatem aëris quovis tempore accurate monstrantis, Opuscula posthuma, 2. Band, St. Petersburg 1862, S. 561 ff.

4) Calculs sur les ballons aérostatiques, faits par feu M. LEONARD EULER, qu'on a trouvés sur son ardoise, après sa mort arrivée le 7 Septembre 1783, Mem. de l'Acad. de Paris, année 1784 (1781), S. 265 ff.

5) WOLF, Biographien usw., 4. Zyklus, S. 130.

6) Recensio Dissertationis de Ventis, quae ab Auctore (cl. D'ALEMBERT) sequente symbolo" — folgt das Motto der Preisbewerbung — „est signata". Das Urteil EULERS bewirkte, daß der französische Mathematiker die Prämie erhielt (Opuscula posthuma, 2. Band, S. 793 ff.), aber es war mehr neutral als eigentlich günstig gehalten und hob hervor, daß ungleiche Erwärmung weit mehr als die Anziehung von Sonne und Mond die irdischen Luftbewegungen bewirken dürfte. Weit absprechender äußert sich D. BERNOULLI in einem Briefe an EULER (R. WOLF, Biographien usw., 3. Zyklus, S. 185 ff.).

7) Recherches physiques sur la cause de la queue des Comètes, de la lumière boréale et de la lumière zodiacale, Mém. de Berlin, 2. Band (1746), S. 117 ff. Sach-



gerade so, wie sich die Schweife an den Kometen und das Zodiakallicht an der Sonne bildeten, darf, obwohl Magnetismus und Elektrizität noch nicht genannt werden, umsomehr bemerkt werden, weil es auch sonst an richtigen Wahrnehmungen [1]) in jener Veröffentlichung nicht fehlt.

Für die Geschichte der Klimatologie wichtig und lange nicht genügend gewürdigt ist EULERS Versuch [2]), mathematische Ausdrücke für die Erwärmung der Erdoberfläche durch Insolation aufzustellen. Dem Prinzipe nach stimmt das angewandte Verfahren ganz mit demjenigen überein, welches in unserer Zeit mehrfach, z. B. bei WIENER [3]) und RÖLLINGER [4]), dem gleichen Zwecke dienen mußte. Gegeben ist ein Punkt mit bestimmter Polhöhe φ^0; dann ergibt sich ein erstes Integral, wenn für einen zwischen 0^0 und h^0, wo h die einem bestimmten Tage des Jahres entsprechende Mittagshöhe der Sonne darstellt, schwankenden Neigungswinkel integriert wird, und diese Größe, doppelt genommen, muß nochmals nach h integriert werden, während $(90^0 - \varphi - \varepsilon)$ und $(90^0 - \varphi + \varepsilon)$, unter ε die Ekliptikschiefe verstanden, als Grenzwerte einzuführen sind. Mit Doppelintegralen war EULER schon vertraut; nach CANTOR [5]) bedient er sich ihrer zuerst 1736 in einer die Variationsrechnung vorbereitenden Abhandlung.

Überaus eifrig hat sich der in allen Sätteln gerechte Mathematiker der Aufgabe zugewandt, eine Gesetzmäßigkeit für die geographische Verteilung der geogmagnetischen Deklination ausfindig zu machen [6]), allein hier mußte ihm deshalb der reelle Erfolg versagt bleiben, weil er von einer der

lich stimmt mit dieser Note überein eine andere: Conjectura circa naturam aëris pro explicandi phaenomenis in atmosphaera observatis Acta Petrop., 3. Band (1779), S. 160 ff.

1) EULER meint, auch „Südlichter" wären längst ebenso bekannt, wie „Nordlichter", wenn die ungünstige klimatische Beschaffenheit der Südhalbkugel den längeren Aufenthalt in hohen Breiten nicht so sehr erschwere. Bald nachher brachte COOKS zweite Weltreise die Ergänzung (J. R. FORSTER — G. FORSTER, Bemerkungen auf einer Reise um die Welt, Berlin 1773 S. 103).

2) Determinatio caloris et frigoris graduum pro singulis terrae locis ac temporibus, Comm. Petrop., 11. Band (1739), S. 82 ff.

3) C. WIENER, Über die Stärke der Bestrahlung der Erde durch die Sonne in ihren verschiedenen Breiten und Jahreszeiten, Zeitschr. f. Math. u. Phys., 22. Band, S. 341 ff.

4) RÖLLINGER, Verteilung der Sonnenwärme auf der Erdoberfläche, Augsburg 1879.

5) CANTOR, a. a. O., 3. Band, Leipzig 1898, S. 828.

6) Recherches sur la déclinaison de l' aiguille aimantée, Mém. de Berlin, 13. Band (1757), S. 175 ff.; Corrections nécessaires pour la théorie de la déclinaison magnétique proposée dans le XIII. volume des Mémoires, ebenda, 22. Band (1766), S. 213 ff.; Réflexions sur la détermination de la déclinaison de la boussole, Opuscula posthuma, 2. Band, S. 783 ff.



Wirklichkeit nur künstlich angepaßten Hypothese ausging. Diese hat dann freilich bis zu GAUSS' Auftreten immer wieder neue Anhänger gefunden [1]; ihr Wesen bestand in folgendem: Irgendwo im Erdinneren befindet sich ein Magnetstab, und wenn es gelingt, aus einer größeren Anzahl von Beobachtungen dessen Lage zu ermitteln, so muß für einen beliebigen weiteren Erdort Abweichung und Neigung theoretisch eruiert werden können. Man bewundert bei der Durchführung dieser Annahme EULERS außerordentliche Geschicklichkeit in sphärisch-trigonometrischer Rechnung, konstatiert aber zugleich die Fruchtlosigkeit des ganzen Beginnens. Trotzdem verhilft dem Genius auch der bestreitbare Grundgedanke zu manch richtigem Ergebnis; so widerlegt er endgültig HALLEYS Theorie von den vier Magnetpolen, konstruiert eine für jene Zeit ganz achtungswerte Karte der Isogonen und läßt diese in einem magnetischen Nordpole zusammenlaufen, der nördlich von der Hudson-Bay liegt und von dem wahren, von JOHN ROSS entdeckten Konvergenzpunkte der Ortskurven gleicher Mißweisung nicht allzu weit entfernt ist. In seiner Preisschrift über das Inklinatorium [2]) sucht EULER vor allem die schädlichen Einflüsse zu bestimmen und auszumerzen, welche Reibung, Schwerkraft und andere Momente auf die Neigungsnadel ausüben können. Auch ist noch der reifen Anschauungen [3]) des in diesem Falle den gewohnten mathematischen Pfad verlassenden Denkers über das Wesen des Magnetismus zu gedenken; seine „vortices magnetici" gemahnen auf das lebhafteste an die Kraftlinien von FARADAY und MAXWELL.

Die Ozeanographie hat in ihrem dynamischen Teile drei verschiedene Bewegungsformen zu betrachten. Es sind dies die Windwellen, die Gezeiten und die Meeresströmungen. Alle drei Varianten sind von EULER in Untersuchung gezogen worden.

Bei jeder Wellenbewegung gibt es bekanntlich [4]) zwei für sich bestehende Ortsveränderungen. Die Orbitalbewegung offenbart sich darin, daß jedes einzelne Flüssigkeitsteilchen Bahnkurven von sehr geringer Ausdehnung

---

1) Man besitzt eine sehr verdienstliche Charakteristik der von EULER, MOLLWEIDE, HANSTEEN u. a. nach der Magnetstabhypothese ausgeführten Rechnungen aus K. HORNERS Feder (GEHLERS Physikalisches Lexikon, 6. Band, 2 Abteilung, Leipzig 1836, S. 1025 ff.).

2) De observatione inclinationis magneticae dissertatio, Recueil des pièces couronnées par l'Académie des Sciences de Paris, 5, Band, Paris 1753, S. 63 ff.

3) Dissertatio de magnete, Recueil usw., 5. Band, Paris 1752, S. 1 ff. Den Preis hatte der Autor bei der im Jahre 1744 ausgeschriebenen Konkurrenz für diese ihn auf einem fast ungewohnten Felde als gleichfalls glücklichen Arbeiter zeigende Schrift gewonnen.

4) Zur Orientierung wird man am besten O. KRÜMMELS Werk beiziehen (v. BOGUSLAWSKI-KRÜMMEL, Handbuch der Ozeanographie, 2. Band, Stuttgart 1887 S. 6 ff.).

um die ihm von Hause aus zukommende Gleichgewichtslage beschreibt. Durch den von Partikel zu Partikel sich fortpflanzenden Anstoß kommt dann die eigentliche Welle zustande, deren Profil es auszumitteln gilt. Im Anschluß an NEWTON hat EULER als der erste diese Forderung zu erfüllen gesucht[1]), und zwar fand er, daß, je nach der Voraussetzung, die Profilkurve als Zykloide oder als Traktrix anzusprechen sei. Die heute allseitig zugestandene Tatsache, daß die Profilkurve zu den Rollkurvenl (Trochoiden) gehöre, ist somit von EULER zuerst nachgewiesen worden, was recht oft vergessen[2]) oder doch nicht mit ausreichender Bestimmtheit angemerkt worden ist.

Zusammen mit NEWTON, D. BERNOULLI und MACLAURIN[1]) ist EULER auch der Begründer der statischen Theorie von Ebbe und Flut, die ja gegenwärtig nur noch geschichtlichen und daneben auch didaktischen Wert hat, gleichwohl aber ein absolut unumgänglich gewesenes Durchgangsstadium der menschlichen Erkenntnis darstellt. Man wählte durchweg die Fragestelung so: Welche Gestalt nimmt die Oberfläche eines gleich tiefen, die Erdkugel allenthalben bedeckenden Weltmeeres unter der attraktiven Einwirkung der Himmelskörper an? Die Behandlung, welche EULER dieser Frage angedeihen ließ), bietet wiederum ein glänzendes Zeugnis von seiner suveränen Kraft in der Transformation verwickelter analytischer Gebilde, weist aber in sachlicher Beziehung einige Mängel auf[5]), welche auch durch die formale Meisterschalt nicht ganz ausgeglichen werden.

Von seiner Beschäftigung mit den translatorischen Bewegungen im Meere ist zuvörderst hervorzuheben, daß in ihm der Entdecker jener großen Vertikalzirkulation zu verehren ist, welche den Austausch polarer und aequatorialer Wassermassen vermittelt und in der jüngsten Vergangenheit

1) De figura, quam ventus fluido stagnanti inducere valet, Acta Petrop., 11. Band (1777, I), S. 190 ff.

2) So gibt MUNCKE (Gehlers Phys. Wörterb., 10. Band, 2 Abteilung, Leipzig 1842, S. 1319 ff.) eine klare und umständliche Kennzeichnung der Wellentheorien von NEWTON, LAPLACE, LAGRANGE, FLAUGERGUES, v. GERSTNER, POISSON und CAUCHY, läßt aber EULER unerwähnt. Teilweise füllte die Lücke aus BRANDES (EULERS Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung flüssiger Körper Leipzig 1806, S. 223 ff.).

3) Vgl. GÜNTHER, Handb. d. Geophysik, 2. Band, S. 468 ff.

4) Inquisitio physica in causam fluxus ac refluxus maris, Recueil usw., 4 Band, Paris 1752, S. 135 ff. Später kam EULER nochmals darauf zurück (De statu aequilibrii maris a viribus Solis et Lunae sollicitati, Acta Petrop., 4. Band (1780, I), S. 132 ff.).

5) Aus einer immer wiederkehrenden Abneigung gegen das NEWTONsche Grundprinzip, die freilich sofort verschwindet, wenn das Anschreiben der Formeln beginnt, sucht EULER bei den cartesianischen Wirbeln einen Rückhalt. Auch wirft ihm LAPLACE (Traité de Mécanique Céleste, 5. Band, Paris 1825, S 152) vor, jener habe mißverständlich NEWTONS Art der Herleitung getadelt.



erst durch ZOEPPRITZ [1]) ihrer ganzen Bedeutsamkeit nach erkannt wurde. Man begegnet seinen Ausführungen an einem Orte [2]), der zunächst nicht der geeignetste hierfür zu sein scheint. In der Tat liegt auch nur ein Korollar vor, aber ein Korollar von ungewöhnlichem Inhalte. Wärmedifferenzen müssen, so heißt es, eine Ausgleichsströmung des bezeichneten Charakters hervorbringen; „talis igitur motus oceano aeque est naturalis atque ille, quo perpetuo ab oriente occidentem versus profertur."

Damit sind natürlich die von der Oberfläche wahrnehmbaren Wasser versetzungen gemeint. Um diese bekam EULER Ursache sich zu bekümmern, als die Pariser Akademie das Motiv einer 1751 ausgeschriebenen Preisfrage der Lehre von den Meeresströmungen entnahm; man sollte angeben, durch welche Mittel die Existenz solcher Bewegungen erkundet werden könne Bedauerlicherweise sind nur geringe Bruchstücke von EULERS Bearbeitung auf uns gekommen [3]). Die drei Verfahrungsweisen, die er als passend empfiehlt, lassen uns ziemlich gleichgültig; höchst merkwürdig dagegen ist die Behauptung, Meeresströmungen reichten bis in sehr große Tiefen hinab [4]). Das war dazumal durchaus nicht die allgemeine Ansicht, wie ja auch jetzt manche Theoretiker sich in entgegengesetztem Sinne aussprechen [5]). Und doch muß, solange der von ZOEPPRITZ [6]) eingeschlagene Beweisgang nicht widerlegt wird, an EULERS Auffassung festgehalten werden. Durch die Betonung namhafter Mächtigkeit der Meeresströmungen hat er sich zweifellos ein großes Verdienst um die ozeanische Physik erworben [7]). —

---

1) ZOEPPRITZ bei v. BOGUSLAWSKI-KRÜMMEEL (a. a. O., 2. Band, S. 281 ff.)

2) Enodatio difficultatis super figura Terrae a vi centrifuga oriunda, N. Acta Petrop., 2. Band (1784), S. 121 ff. Die Niederschrift war bereits 1775 erfolgt.

3) Recherches sur la découverte des courants de la mer, Opera posthuma, 2. Band, S. 790 ff.

4) Die charakteristischen Worte sind: „La raison nous assure et l'expérience le confirme, que les courants pénètrent jusqu'au fond de la mer." Natürlich sieht EULER auch ein, daß eine stetige Verminderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von oben nach unten statthaben muß.

5) Andeutungen J. NANSENS in seinem mehrbändigen, zu Christiania herausgegebenen Werke (The Norwegian North Polar Expedition 1893—1896; Scientific Results) sind von skandinavischen und auch von deutschen Fachmännern im angegebenen Sinne weiter ausgeführt worden.

6) ZOEPPRITZ, Hydrodynamische Probleme in Beziehung zur Theorie der Meeresströmungen, Ann. d. Phys. u. Chem., (3) 3. Band, S. 582 ff.

7) In dieser Abhandlung wurden ausschließlich EULERS exaktwissenschaftliche Arbeiten berücksichtigt. Eine mehr populäre Schrift dagegen (Lettres à une princesse d'Allemagne sur quelques sujets de physique et de philosophie, St. Petersburg 1768—1772; deutsch von F. KRIES, Leipzig 1792—1794; neue Bearbeitung von J. MÜLLER, Stuttgart 1848) blieb außer Betracht. In der Tat gehen die meisten der



Unsere Übersicht über die an Zahl und Inhaltstiefe ausgezeichneten Arbeiten des genialen Mannes auf dem hier ins Auge gefaßten Gebiete hat nunmehr ihr Ende erreicht. Man wird ihr sicherlich entnehmen, daß es nicht nur als ein Recht, sondern sogar als eine unabweisbare Pflicht zu betrachten ist, EULERS Namen auch in der Geschichte der Allgemeinen Erdkunde mit hohen Ehren zu nennen.

---

sehr zahlreichen Erörterungen über physische Erdkunde, die sich hier finden, nicht über den Durchschnittsstandpunkt des Zeitalters hinaus; höchstens die dem Autor eigentümliche Theorie der Wasser- und Himmelsfärbungen erinnert auf diesem Gebiete daran, daß man es mit einem EULER zu tun hat, während allerdings der der theoretischen Optik gewidmete Abschnitt wegen der darin sehr klar auseinandergesetzten Prinzipien einer neuen Vibrationslehre beachtet zu werden verdient.

Namenregister*).

*) Der Tatsache, daß verschiedene Eigennamen von verschiedenen Autoren abweichend geschrieben wurden, konnte hier natürlich nur bedingt Rechnung getragen werden.



C.





J. (I).

K.



N



T.





Verbesserungen.

Seite 319, Zeile 14 v. u. l: S. Günther.
Seite 436, Zeile 2 v. u. l.: Als Kartographen nennt ihn Günther's „Geschichte der Erdkunde" (Wien-Leipzig 1904).
Seite 455, Zeile 7 v. o. l.: Boetius.
Seite 475, Zeile 11 v. u. l.: Gans.
Seite 476, Zeile 20 v. u. l.: die drei.
Seite 481, Zeile 21 v. u. l.: ähnlichen.

Druck von J. B. Hirschfeld, Leipzig.

ARCHIV
FÜR DIE GESCHICHTE
DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN

HERAUSGEGEBEN VON

KARL VON BUCHKA
BERLIN

HERMANN STADLER
MÜNCHEN-INGOLSTADT

KARL SUDHOFF
LEIPZIG



LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1910





Inhalt des zweiten Bandes.

Kleinere Mitteilungen.

Charles und Erasmus Darwin

Von WALTHER MAY (Karlsruhe)

Einleitung

Im südlichen Chorgang der berühmten Kathedrale zu Lichfield stehen unter einem Marmormedaillon, das den Großvater DARWINS darstellt, die folgenden Worte: „ERASMUS DARWIN, D. M., F. R. S, Arzt, Philosoph und Dichter, Verfasser der Zoonomia, des Botanischen Gartens und anderer Werke, ein geschickter Beobachter der Natur, lebhaft in der Einbildung, unermüdlich in der Untersuchung, originell und weitblickend in seinen Ansichten. Seine Spekulationen waren hauptsächlich auf die Probleme gerichtet, die später erfolgreich von seinem Enkel, CHARLES DARWIN, gelöst wurden, einem Erben vieler seiner Eigenschaften."

In diesen Worten ist eine Beziehung zwischen Großvater und Enkel angedeutet, die als eine der interessantesten Erscheinungen in der Geschichte der Deszendenztheorie vielfach Gegenstand der Erörterung gewesen ist. Zuerst war es ERNST KRAUSE, der im Jahre 1879 in der darwinistischen Zeitschrift „Kosmos" ERASMUS DARWIN als Vorkämpfer und Geistesverwandten CHARLES DARWINS würdigte. Er gab in seiner Arbeit eine eingehende Analyse der poetischen und wissenschaftlichen Werke des ältern DARWIN und schrieb ihm das Verdienst zu, zuerst ein vollständiges System der Entwicklungstheorie aufgestellt zu haben. Er findet bei ERASMUS bereits denselben rastlosen Forschertrieb und fast die gleiche biologische Richtung wie in dem Enkel, und nicht ohne vielfache Berechtigung glaubt er sagen zu dürfen, daß der Enkel eine geistige Erbschaft angetreten und ein Programm ausgeführt habe, das sein Großvater entwarf und hinterließ. Fast jedem einzelnen Werke des jüngern DARWIN lasse sich wenigstens ein Kapitel in den Werken des ältern gegenüberstellen, und die Rätsel der Vererbung, der Anpassung, der Schutzmittel von Pflanzen und Tieren, der geschlechtlichen Zuchtwahl, der insektenfressenden Pflanzen, der Gemütsbewegungen und soziologischen Triebe, ja selbst die Studien an Säuglingen seien bereits in den Werken des ältern DARWIN besprochen.



Wenige Monate nach der Veröffentlichung des KRAUSEschen Aufsatzes erschien SAMUEL BUTLERS Werk „Evolution, old and new“, das eine Darstellung des Lebens und der „Philosophie“ ERASMUS DARWINS enthält. BUTLER nennt darin den Versuch des ältern DARWIN über Entwicklung bewundernswert und bedauert nur seine Kürze, indem er meint, ein solcher Gegenstand sollte ein Buch für sich selbst und nicht ein bloßes Bruchstück eines Buches bilden. Er glaubt, daß LAMARCK von ERASMUS DARWIN beeinflußt war und daß diese beiden Evolutionisten richtigere Vorstellungen über die Ursachen der organischen Entwicklung besaßen als CHARLES DARWIN.

Kurze Zeit später wurde eine englische Übersetzung des KRAUSEschen Aufsatzes veranstaltet, zu der CHARLES DARWIN auf Grund privater Materialien eine ausführliche biographische Einleitung schrieb. Darin nennt er als charakteristische Eigenschaften seines Großvaters: lebhafte Einbildung, große Gedankenoriginalität, prophetischen Geist in den Wissenschaften und mechanischen Künsten, überwiegende Neigung zu theoretisieren und zu generalisieren, ungewöhnliches Beobachtungsvermögen und unermüdliche geistige Tätigkeit. Die Mannigfaltigkeit der Objekte seines Studiums sei erstaunlich gewesen, und obwohl stark in Hypothesen habe er sehr wohl den Wert der Experimente gekannt. Bezüglich der Vorausnahme seiner eigenen Ideen durch seinen Großvater erwähnt CHARLES DARWIN in seiner Skizze nur, daß ERASMUS die Wahrheit und Wichtigkeit des Prinzips der Vererbung in Krankheiten erkannte und den Kampf ums Dasein würdigte.

Im Jahre 1880 erschien ein Vortrag des Theologen ZÖCKLER über „DARWINS Großvater als Arzt, Dichter und Naturphilosoph“, in dem der gelehrte Geschichtschreiber der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft über das Verhältnis der beiden DARWINS folgendes sagt: „Ein Atavismus, wie ihn sonst die Geschichte nicht kennt, findet hier statt. Der Enkel gleicht dem Großvater bis zu einem fast lächerlichen Grade von Ähnlichkeit; und gerade daß der zwischen beiden stehende Stammhalter, CHARLES DARWINS Vater, in ein fast bescheiden zu nennendes Dunkel zurücktritt, läßt die Berührung zwischen dem gefeierten Ahnherrn und dem noch viel ruhmvollern Abkömmling als ein besonders frappantes Beispiel großväterlichen Wiederauflebens in dem Enkel erscheinen.“

Weit maßvoller als ZÖCKLER spricht sich FRANCIS DARWIN in der 1887 veröffentlichten Biographie seines Vaters über die Ähnlichkeiten zwischen diesem und ERASMUS DARWIN aus. Die wichtigsten Punkte seiner vergleichenden Betrachtung sind folgende:

CHARLES DARWIN hatte die hohe Gestalt, aber nicht die stämmige Figur von ERASMUS geerbt, in seinen Gesichtszügen fand sich aber nicht eine Spur von Ähnlichkeit mit denen seines Großvaters. Es scheint auch nicht, als ob ERASMUS die Neigung zur Bewegung und zu Beschäftigungen in freier Luft besessen hätte, ein so charakteristischer Zug für CHARLES DARWINS Jugendzeit, obschon er seines Enkels unbezwingliche Neigung zu angestrengter geistiger Arbeit hatte. Wohlwollen und Teilnahme für andere war ebenso wie ein großer persönlicher Liebreiz im ganzen Wesen beiden gemeinsam. CHARLES besaß im höchsten Grade jene Lebendigkeit der Einbildungskraft, die er als eine für ERASMUS so äußerst charakteristische Eigentümlichkeit erwähnt und die wie bei seinem Großvater zu seiner überwältigenden Neigung zum Theoretisieren und Verallgemeinern führte. Doch wurde diese Neigung bei CHARLES von dem festen Willen, seine Theorien bis zur äußersten Möglichkeit auf die Probe zu stellen, in Schach gehalten. ERASMUS hatte ein starkes Interesse für alle Arten von Mechanismen, denen CHARLES keinen Geschmack abgewinnen konnte. CHARLES hatte auch nicht die schriftstellerische Ader, die ERASMUS ebensowohl zum Dichter wie zum Philosophen machte. Gemeinsam dagegen war beiden die Gleichgültigkeit gegen Ruhm und die Abwesenheit aller Zeichen einer Überschätzung ihrer Fähigkeiten oder des Erfolges ihrer Werke sowie die raschen Ausbrüche von Ärger, die der Anblick irgend einer Inhumanität oder Ungerechtigkeit hervorrief. Doch haben wir keine Beweise bei ERASMUS für die große Bescheidenheit und Einfachheit, die CHARLES DARWINS ganze Natur auszeichnete. „Im ganzen", schließt FRANCIS DARWIN seine Betrachtungen, „scheint mir indessen, daß wir nicht genug von dem wesentlichen persönlichen Ton in ERASMUS DARWINS Charakter wissen, um mehr als einen oberflächlichen Vergleich versuchen zu können; und es hat auf mich den Eindruck gemacht, daß trotz vieler Ähnlichkeiten die beiden Männer doch von einem verschiedenen Typus waren."

In dem 1892 erschienenen Auszug der großen Biographie seines Vaters hat sich FRANCIS DARWIN auch über den literarischen Einfluß des ältern auf den jüngern DARWIN ausgesprochen. Er kommt dabei zu einem durchaus negativen Resultat, indem er von seinem Vater schreibt: „Wie weit ihm der Gedanke, daß Entwicklung zu begreifen sei, aus dem Leben früherer Schriftsteller nahe getreten ist, läßt sich unmöglich sagen." Und ferner: „Im ganzen war, wie mir scheint, der Einfluß der frühern Evolutionisten auf seinen Geist unbemerkbar."



Dieselbe Auffassung hatte einige Jahre früher HUXLEY in einem biographischen Essay über DARWIN vertreten, indem er dort sagte, es könne in keiner Weise gezeigt werden, daß CHARLES DARWIN in irgend welchem fühlbaren Maße direkt durch das biologische Werk seines Großvaters beeinflußt worden sei.

Im Jahre 1902 stellte ich selbst die wichtigsten entwicklungsgeschichtlichen Ideen ERASMUS DARWINS in einem Vortrag kurz zusammen und betonte darin am Schluß, daß die Ähnlichkeiten in den Ansichten beider DARWINS nicht durch einen direkten Einfluß der Werke des Großvaters auf die Geistesrichtung des Enkels zu erklären seien. „Wenn überhaupt ein Einfluß durch die Schriften des ERASMUS stattgefunden hat", sagte ich, „so kann dieser nur ein ganz allgemeiner gewesen sein. Gänzlich ausgeschlossen ist, daß CHARLES DARWIN durch die Lektüre der Werke seines Großvaters zu irgend einer seiner speziellen Untersuchungsreihen angeregt worden ist. Denn es lassen sich für alle seine Untersuchungen besondere Veranlassungen nachweisen, die weit abliegen. Viel größer als der unmittelbare Einfluß der Werke des Großvaters auf den Enkel war wohl die vererbte Neigung zur Beschäftigung mit naturphilosophischen Problemen. Wir haben hier ein ausgezeichnetes Beispiel für das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung."

Gegen diese Auffassung über das Verhältnis der beiden DARWINS wandte sich im Jahre 1905 RUDOLF BURCKHARDT, der verdiente Historiker der Zoologie, in einem Aufsatze über „Zoologie und Zoologiegeschichte". Er vermißt alle Vorarbeiten zu einer Geschichte des Darwinismus, vor allem ein historisch-analytisches Studium der Beziehungen zwischen dem Ideengehalt von CHARLES und ERASMUS DARWIN und vermutet, Untersuchungen dieser Art möchten Resultate haben, die von den herrschenden Meinungen durchaus abweichen und die etwa folgendermaßen lauten könnten: „Wenig Gedanken und Probleme, die unter dem Namen von CHARLES gehen, sind sein geistiges Eigentum. Sie haben schon in ERASMUS in größern Zusammenhängen und auf dem Boden einer innerlich reichern Natur gelebt. CHARLES hat die vom Großvater übernommenen Probleme aufs neue an reicherer Erfahrung kontrolliert und breitgeschrieben. Naturgemäß schloß der Tiefgang des Großvaters einen Welterfolg aus, wie ihn der Großsohn unter eigentümlichen äußern Konstellationen erlebte."

Es ist gewiß dankenswert, wenn BURCKHARDT durch diese Bemerkung zu einer erneuten Prüfung des Verhältnisses von ERASMUS und CHARLES DARWIN anregen will. Er befindet sich jedoch



im Irrtum, wenn er von einer solchen Prüfung durchaus neue und von den herrschenden Meinungen abweichende Resultate erwartet. Denn mehrere der Schriftsteller, die sich mit ERASMUS DARWIN beschäftigt haben, waren davon überzeugt, daß CHARLES DARWIN durch die Werke seines Großvaters tief beeinflußt worden sei, gelangten jedoch dadurch keineswegs zu einer geringern Wertung der Verdienste des Enkels.

Schon ERNST KRAUSE hat eine Abhängigkeit des jüngern vom ältern Darwin angenommen und diese gleich im Eingang seines Kosmosaufsatzes emphatisch betont. „ALEXANDER VON HUMBOLDT", schreibt er dort, „erzählte gerne, wie mächtig FORSTERS Schilderungen der Südseeinseln und Saint Pierres Naturschilderungen seine Sehnsucht nach fernen Ländern gesteigert, seine Forscherlaufbahn beeinflußt hätten; wie viel eindringlicher mußten die Werke ERASMUS DARWINS mit ihren auf Schritt und Tritt wiederkehrenden Ahnungen einer neuen höhern Naturanschauung auf den Enkel wirken, der sie in seiner Jugend gewiß mit der Andacht aufschlug, die man den Werken eines gefeierten Dichters entgegenbringt." Und im weitern Verlauf seines Aufsatzes sagt KRAUSE: „Wie mußte diese frühe und scharfsinnige Erklärung der rudimentären Organe auf den Enkel wirken, wenn er die Gedichte seines Ahnen las! Aber freilich einen noch größern Eindruck mußten auf ihn die an bestimmte Naturobjekte geknüpften biologischen Bemerkungen dieses genauen Beobachters machen, der die jetzt zu einem so großen Ansehen gelangten Fragen: Warum sieht irgend ein Wesen so und nicht anders aus? Warum hat diese Pflanze giftige Säfte? Warum hat jene Dornen? Warum haben die Vögel und Fische helle Brüste und dunkle Rücken? usw. an jedes Wesen, das ihm vorkam, richtete."

Also selbst bis auf ganz spezielle Fragen herab war KRAUSE geneigt, eine Beeinflussung des Enkels durch den Großvater anzunehmen. Es ist jedoch beachtenswert, daß die beiden eben erwähnten Stellen in der später veröffentlichen Buchausgabe des KRAUSEschen Aufsatzes fortgelassen sind, und es erscheint mir nicht unmöglich, daß dies auf Veranlassung CHARLES DARWINS geschehen ist, obgleich dessen Briefe darüber keinen Aufschluß geben. Dagegen hat KRAUSE die folgende Stelle seines Aufsatzes in der Buchausgabe beibehalten: „Die Bemühungen des ERASMUS haben die Augen vieler seiner Leser auf den Daseinskampf gelenkt, und hier dürfte vielleicht die Erklärung der auffallenden Tatsache liegen, daß so viele englische Naturforscher (WELLS, MATTHEW, CHARLES



DARWIN, WALLACE u. a.) nach einander das Prinzip der natürlichen Zuchtwahl aufgestellt haben. Das zeigt die Macht des Dichters, auch die fremde Phantasie anzuregen, und ein günstiges Geschick hat es gefügt, daß dem rechten Erben das Vermächtnis zum größten Segen gereicht hat.“

Aber trotz dieser Auffassung einer direkten geistigen Abhängigkeit des Enkels vom Großvater war KRAUSE durchaus nicht geneigt, dem Großvater im Sinne BURCKHARDTS das größere Verdienst zuzuerkennen. Im Gegenteil lehnt er eine solche Bewertung entschieden ab, wenn er schreibt: „Im voraus muß darauf hingewiesen werden, daß wir nicht den mindesten Anlaß finden können, das Werk des Mannes, der dem Namen seines Großvaters neuen Glanz verlieh, darum geringer zu schätzen. Ein anderes ist es, aus der Fülle seiner Phantasie, wenn auch gestützt auf eine bedeutende Kenntnis der Natur, Hypothesen und Theorien aufstellen, und wieder ein anderes, sie durch eine ungeheure Zahl von Tatsachen zu beweisen und zu einem solchen Grad der Wahrscheinlichkeit zu bringen, daß die urteilsfähigsten Geister der Zeit davon befriedigt werden.“

Auch ZÖCKLER scheint an eine gewisse Abhängigkeit CHARLES DARWINS von ERASMUS gedacht zu haben. Denn nachdem er die Beziehungen LAMARCKS zu den beiden DARWINS erörtert und dem ältern Darwin eine größere Originalität, einen vielseitigern Geist und ein bedeutenderes universelles Genie zugesprochen hat als LAMARCK, fährt er fort: „Jedenfalls bedurfte der DARWIN der Gegenwart, um zu werden, was er geworden ist, nicht erst eines LAMARCK als Zwischengliedes zwischen seinem Großvater und sich. Er konnte, angeleitet durch seinen zwar klugen und kenntnisreichen, aber allerdings vergleichsweise zurücktretenden Vater, ROBERT WARING DARWIN in Shrewsbury, direkt auf seines Ahnherrn Schultern stehen, um aus dem sinnigen Gedankenspiel des Lichfielder Blumenfreundes eins der großartigsten Systeme neuerer Zeit hervorzuzaubern.“

BURCKHARDT ist also keineswegs der erste, der eine direkte ursächliche Beziehung zwischen den Ideen von CHARLES und ERASMUS DARWIN angenommen hat. Und auch heute steht seine Auffassung nicht ganz vereinzelt da, wie das Beispiel von FRANCÉ zeigt, der in seinen „Darwinschen Fragen“ Gewicht darauf legt, daß DARWIN den Fußstapfen seines Großvaters folgte, und dieser die „Grübeleien über die Abstammung der Lebewesen“ seinem Enkel einimpfte. Doch muß man BURCKHARDT wohl darin recht geben, daß eine gründliche historisch-analytische Untersuchung der

Frage noch nicht unternommen worden ist. Eine solche ist auch nicht leicht durchzuführen, da sichere Anhaltspunkte für eine Entscheidung fehlen. BURCKHARDT hat das in seiner „Geschichte der Zoologie" auch zugegeben, indem er dort von ERASMUS sagt: „Der Gedankenkreis, in dem er lebte und den er mit zahlreichen Freunden teilte, wirkte zweifellos in seiner Umgebung fort. Wie weit der Enkel von ihm beeinflußt war, ist kaum festzustellen."

Immerhin glaube ich, daß eine wenigstens der Wahrheit nahekommende Antwort auf die Frage gegeben werden kann, wie weit eine Beeinflussung des jüngern Darwin durch die Werke des ältern anzunehmen ist. In erster Linie sind dabei die Aussprüche CHARLES DARWINS über seinen Großvater in Betracht zu ziehen. In zweiter Linie ist durch eine Vergleichung der Ansichten beider Forscher festzustellen, wie weit die Übereinstimmung wirklich geht und ob diese so groß ist, daß sie nur durch die Annahme einer direkten Beeinflussung erklärt werden kann. In dritter Linie ist das zu berücksichtigen, was wir über die Anregungen CHARLES DARWINS zu seinen Untersuchungsreihen wissen.

* * *

CHARLES DARWINS Äußerungen über die biologischen Ideen seines Großvaters und deren Einfluß auf seine eigenen Ansichten sind sehr spärlich. Wirklich wertvoll ist eigentlich nur eine Stelle in der Autobiographie, die sich auf seine Edinburger Studienzeit bezieht. Nachdem er von seinen damals gepflogenen Unterhaltungen mit einem Dr. GRANT über LAMARCK berichtet hat, fährt er fort: „Ich hatte vorher die Zoonomia meines Großvaters gelesen, in der ähnliche Ansichten aufgestellt sind, aber ohne daß es irgend eine Wirkung auf mich geäußert hätte. Nichtsdestoweniger ist es immerhin wahrscheinlich, daß der Umstand, daß ich früh im Leben derartige Ansichten habe aufstellen und loben hören, es begünstigt hat, daß ich sie in einer verschiedenen Form in meiner Entstehung der Arten aufrecht erhalten habe. In dieser Zeit bewunderte ich die Zoonomia bedeutend; als ich sie aber nach einem Zeitraum von 10 oder 15 Jahren wieder las, war ich sehr enttäuscht; das Mißverhältnis zwischen der Spekulation und den mitgeteilten Tatsachen ist darin so groß."

Aus dieser Stelle geht hervor, daß CHARLES DARWIN das Hauptwerk seines Großvaters bereits in seinem 16. oder 17. Lebensjahre gelesen hat. Es ist daher schwer zu erklären, wie FRANCIS DARWIN mit bezug auf einen etwa 1859 an HUXLEY gerichteten Brief seines

Vaters schreiben kann: „Das Datum dieses Briefes ist leider sehr zweifelhaft, sonst würde er beweisen, daß DARWIN schon frühe mit ERASMUS DARWINS Ansichten über Entwicklung bekannt war, eine Tatsache, die nicht immer anerkannt worden ist." Die erwähnte autobiographische Äußerung beweist jedenfalls eine viel frühere Bekanntschaft DARWINS mit den Ansichten seines Großvaters als der Brief von 1859, der folgendermaßen lautet:

„Die Geschichte des Irrtums ist ganz unwichtig, aber es ist seltsam zu sehen, wie genau mein Großvater (in Zoonomia) LAMARCKS Theorie gibt. Ich will einen Satz anführen. Indem er von den Schnäbeln der Vögel spricht, sagt er: ‚Alle diese Dinge scheinen viele Generationen hindurch nach und nach durch das beständige Bestreben der Kreatur, dem Bedürfnis der Nahrung abzuhelfen, gebildet zu sein und sich so auf die Nachkommenschaft mit deren beständiger Verbesserung zu ihrer zweckmäßigen Anwendung fortgepflanzt zu haben.' LAMARCK veröffentlichte Hist. Zoolog. 1809. Die Zoonomia wurde in viele Sprachen übersetzt."

Mit dem letzten Satz dieses Briefes scheint CHARLES DARWIN andeuten zu wollen, daß LAMARCK seine Ideen von ERASMUS DARWIN übernommen habe. Ganz ähnlich spricht er sich auch in der historischen Skizze der spätern Auflagen seiner Entstehung der Arten aus, wo er schreibt: „Es ist merkwürdig, wie weitgehend mein Großvater, Dr. ERASMUS DARWIN, die Ansichten LAMARCKS und deren irrige Begründung in seiner 1794 erschienenen Zoonomia antizipierte."

In der biographischen Skizze, die CHARLES DARWIN von seinem Großvater gegeben hat, finden sich keinerlei Äußerungen, die auf unsere Frage Licht werfen könnten. Soweit die Aussprüche CHARLES DARWINS über sein Verhältnis zu ERASMUS DARWIN maßgebend sind, hat also eine irgendwie bedeutsame Ideenbeeinflussung nicht stattgefunden. Im Gegenteil, CHARLES leugnet ausdrücklich, daß die erste Lektüre der Zoonomia irgend eine Wirkung auf ihn ausgeübt habe. Dazu kommt, daß er die übrigen Werke seines Großvaters in jenem Ausspruch der Autobiographie überhaupt nicht erwähnt, so daß es sehr wahrscheinlich ist, daß er den „Botanischen Garten", die „Phytologia" und den „Tempel der Natur" überhaupt erst gelesen hat, als er das Charakterbild seines Großvaters schrieb, also 20 Jahre nach der Niederschrift der „Entstehung der Arten". Auch ist zu berücksichtigen, daß CHARLES DARWIN die Ansichten seines Großvaters beständig mit denen LAMARCKS vergleicht, über die er sich wiederholt sehr ungünstig ausgesprochen hat. Wenn

er trotzdem eine gewisse entfernte Einwirkung der Ideen seiner beiden Vorläufer auf seine geistige Entwicklung anerkennt, so will er damit wohl kaum mehr sagen, als daß ihm die entwicklungsgeschichtliche Auffassung der Lebewelt überhaupt bekannt war, was sicher etwas ganz anderes ist, als die von BURCKHARDT vertretene Auffassung einer starken Beeinflussung.

Wie wenig tief die Zoonomia seines Großvaters und die Lehren LAMARCKS, so weit er von ihnen wußte, in DARWIN Wurzel geschlagen hatten, scheint, wie WEISMANN in seiner Jahrhundertrede auf DARWIN hervorhebt, auch daraus hervorzugehen, daß der junge Mediziner am Ende seiner Edinburger Studienzeit jedes Wort der Bibel als Wahrheit vertreten zu können glaubte. Wollen wir trotz aller dieser negativen Bekenntnisse DARWINS eine starke Beeinflussung des Enkels durch den Großvater annehmen, so müssen schon sehr gewichtige anderweitige Gründe für sie sprechen.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, auf Grund einer eingehenden Vergleichung der beiderseitigen Auffassungen die Frage ihrer Lösung näher zu bringen. Es sollen dabei die sämtlichen Werke ERASMUS DARWINS berücksichtigt werden, trotzdem es zweifelhaft erscheint, ob CHARLES DARWIN sie alle vor Beginn seiner deszendenztheoretischen Spekulationen gekannt hat. Auch dürfte es zweckmäßig sein, die verschiedenen in Betracht kommenden Probleme gesondert zu behandeln und den Stoff in folgender Weise zu gliedern: 1. Die Deszendenztheorie, 2. Die Faktoren der organischen Entwicklung, 3. Die Anpassungserscheinungen, 4. Der Instinkt, 5. Der Ausdruck der Gemütsbewegungen, 6. Tiere und Pflanzen. Bei jedem dieser Themen wird zugleich zu untersuchen sein, was wir über die Wege wissen, auf denen CHARLES DARWIN zur Beschäftigung mit ihnen gelangte, abgesehen von der etwaigen vom Großvater gewordenen Anregung.

Die Deszendenztheorie

ERASMUS DARWIN hat seinen deszendenztheoretischen Überzeugungen bereits in seinem ersten Lehrgedicht, dem „Botanischen Garten“, an verschiedenen Stellen Ausdruck verliehen. Gleich im Eingang dieses 1788 und 1791 veröffentlichten Werkes, das im ersten Teil die „Ökonomie der Pflanzen“, im zweiten die „Liebe der Pflanzen“ behandelt, findet sich folgende für den Historiker der Deszendenzlehre interessante Anmerkung:

„Es gibt einige augenscheinlich nutzlose oder unvollkommene Anhänge an Pflanzen und Tieren, die zu zeigen scheinen, daß sie



seit ihrem ursprünglichen Zustand allmähliche Veränderungen erlitten haben, so die Staubfäden ohne Antheren und die Griffel ohne Stigmen bei verschiedenen Pflanzen. Ähnliche Bildungen sind die Schwingkölbchen oder Flügelrudimente einiger zweiflügeliger Insekten und die Brustwarzen der männlichen Tiere. Ferner haben die Schweine vier Zehen, von denen zwei unvollkommen gebildet und nicht lang genug für den Gebrauch sind. Die Allantois bei einigen Tieren scheint im Verschwinden begriffen, während sie bei andern über zehnmal so groß ist, als es für ihren Zweck nötig erscheint. Vielleicht sind alle sogenannten Mißgeburten Überbleibsel der Bildungsprozesse in ihrem frühern weniger vollkommenen Zustand, oder Versuche zu einer größern Vollkommenheit."

Im zweiten Teil seines Lehrgedichts ist ERASMUS DARWIN nochmals auf die rudimentären Organe und die Schwingkölbcheu zurückgekommen. Er nennt sie dort Merkmale eines in einem langen Zeitraum vorgegangenen Wechsels der Organismen, wodurch bewirkt wurde, sie neuen Wegen des Nahrungserwerbs anzupassen. „Vielleicht sind", fügt er hinzu, „alle Erzeugnisse der Natur in einem Fortschritt zu größerer Vollkommenheit begriffen, eine Idee, begünstigt durch die neuen Entdeckungen und Schlüsse hinsichtlich der fortschreitenden Bildung der festen Teile unserer Erdkugel und entsprechend der Würde des Schöpfers aller Dinge."

Deszendenztheoretischen Charakters ist ferner noch eine Anmerkung im dritten Gesang der „Ökonomie der Pflanzen", die sich auf die versteinerten Seetiere bezieht. ERASMUS findet es auffallend, daß die meisten fossilen Seetiere, z. B. die Ammonshörner, nicht mehr lebend, und viele lebende, wie die Seeohren und Faltenschnecken, nur selten fossil gefunden werden. Er fragt daher: „Wurden alle Ammoniten zerstört, als die Kontinente sich erhoben? Oder gingen einige Tiergattungen durch die anwachsende Macht ihrer Feinde unter? Oder leben sie noch heute in unzugänglichen Tiefen der See? Oder wechseln einige Tiere schrittweise ihre Gestalten und werden neue Arten?"

Während der „Botanische Garten" die Abstammungslehre nur an diesen drei zerstreuten Stellen berührt, enthält die „Zoonomia" eine zusammenhängende Darstellung der deszendenztheoretischen Ideen des ältern Darwin. Sie findet sich im zweiten Band des Werkes, in dem Kapitel „Von der Erzeugung".

ERASMUS DARWIN erörtert hier zunächst die Rolle der beiden Geschlechter bei der Entwicklung des Fötus und nimmt Stellung zu dem berühmten Streit der Spermatiker und Ovulisten. Er glaubt

mit den Spermatikern, daß der männliche Samenfaden allein den Embryo darstellt, das weibliche Ei dagegen nur zur Ernährung des Embryos dient. Diese Idee sei schon allegorisch in der Erzählung der Bibel von der Bildung der Eva aus einer Rippe des Adam angedeutet und werde durch die Analogie des tierischen Eies mit dem pflanzlichen Samen, die Entstehung der vegetabilischen Knospen, die jungfräuliche Fortpflanzung der Blattläuse, die Knospenbildung der Süßwasserpolypen, die Ausläuferbildung bei Pflanzen und die Gliedersprossung der Bandwürmer bewiesen.

Sodann wendet sich der Großvater Darwins in eingehender Kritik gegen die damals herrschende Präformationslehre, die den künftigen Organismus im Samen oder Ei in allen seinen Teilen vorgebildet sein ließ. Nach dieser Idee, meint Erasmus spöttisch, müßten die Teile des Körpers noch unendlich viel kleiner sein, als die teuflisehen Versucher des heiligen Antonius, von denen 2000 auf der Spitze der feinsten Nadel eine Sarabande tanzen konnten, ohne sich gegenseitig zu stören. In den Erscheinungen der Reproduktion verloren gegangener Teile, der Entstehung neuer Teile bei Krankheiten, der Bastardbildung, der Gewichtsvermehrung des Fötus und den großen Veränderungen der tierischen Form sieht er Beweise gegen die Präformation. Allen diesen Erscheinungen widmet er längere Betrachtungen, von denen uns hier nur die folgenden über die Veränderungen der tierischen Form interessieren.

Der Organismus der Tiere durchläuft vor der Geburt verschiedene Stufen und erfährt mancherlei Mißbildungen, er erleidet nach der Geburt bedeutungsvolle Umwandlungen. Die Metamorphosen der Insekten und Frösche sowie die Veränderungen des menschlichen Körpers sind äußerst mannigfaltig. Aus der kriechenden Raupe wird der gemalte Schmetterling, aus der unter dem Wasser lebenden Kaulquappe der atemholende Frosch, aus dem weibischen Knaben der bärtige Mann, aus der kindischen Jungfrau die stillende Mutter. Durch künstliche Kultur werden die verschiedensten Rassen der Haustiere erzeugt. Der Mensch hat die Stärke und die Schnelligkeit bei Pferden zu verschiedenen Zwecken geübt, damit sie ihm Lasten tragen oder als Renner dienen, er hat die Hunde entweder zu Stärke und Mut erzogen, wie die Bullenbeißer, oder zur Schärfe des Geruchsinnes, wie die Spür- und Hühnerhunde, oder zur Schnelligkeit, wie die Jagdhunde, oder zum Ziehen der Schlitten im Schnee, wie die Eskimohunde, oder zum Spielen, wie die Schoßhunde. Kamele und Schafe sind unter seinem Einfluß so verändert worden, daß wir jetzt ihre wilden Stammeltern



nicht mehr erkennen können. Kaninchen und Tauben haben große Veränderungen in Gestalt und Farbe durch die Domestikation erfahren. Ebenso verändern klimatische Einflüsse den Pelz vieler Tiere, indem z. B. Schafe in wärmern Klimaten Haare statt Wolle tragen und die Schneehasen in den Wintermonaten weiß werden. Auch verändert die Art der Tätigkeit die Gestalt des Menschen, indem Schmiede, Weber und Portechaisenträger an der Bildung ihrer Glieder zu erkennen sind.

Alle diese großen Veränderungen der tierischen Form würden unmöglich sein, wenn der Organismus nur durch Ausdehnung von Keimen entstünde, die wie die Becher eines Taschenspielers ineinander geschachtelt sind. Sie lassen sich nur durch wirkliche Neubildung von Teilen erklären.

ERASMUS DARWIN stellt sich den Uranfang des Embryos als ein einfaches lebendiges Filament vor, das aus dem Blut des Vaters abgesondert wird und mit der Fähigkeit begabt ist, durch gewisse Arten von Reiz in Tätigkeit gesetzt zu werden. Durch den Reiz der es umgebenden Flüssigkeit biegt es sich zu einem Ring zusammen, der nährende Partikel aus der Flüssigkeit aufnimmt und so nach und nach eine lebende Röhre wird. Mit dem Anwuchs der Teile werden auch neue Empfindungen, neue Verlangen und neue Kräfte hervorgebracht, durch die zunächst die wesentlichsten Teile des Systems, das Gehirn, der Mutterkuchen und die Gefäße, später die Glieder, die Lungen und Hoden gebildet werden.

Dem Vorgang der embryonalen Entwicklung analog denkt sich ERASMUS DARWIN die Entwicklung der Arten. Aus der großen Ähnlichkeit des Baues bei allen warmblütigen Tieren, Säugetieren, Vögeln, Amphibien und Mensch, schließt er, daß sie alle auf ähnliche Weise aus einem einzigen lebenden Filament entstanden sind. Bei einigen hat dies Filament Hände und Finger erhalten, bei andern Krallen, bei andern Schwimmhäute, bei noch andern ganze oder gespaltene Hufe. Bei den Vögeln hat es Flügel gebildet, statt der Arme, und Federn, statt der Haare. Bei manchen Tieren bildet es Hörner statt der Zähne im vordern Teil der obern Kinnlade, bei andern Hauzähne, bei noch andern Schnäbel. Alles dies geschieht in derselben Weise, in der aus der kiemenatmenden Quappe der lungenatmende Frosch wird.

Mit welcher Klarheit der ältere Darwin bereits fünfzehn Jahre vor dem Erscheinen des LAMARCKschen Hauptwerks den Grundgedanken der Deszendenztheorie entwickelt hat, geht aus folgenden Sätzen seiner „Zoonomia“ hervor: „Denkt man nun nach diesem

über die große Ähnlichkeit der Bauart der warmblütigen Tiere nach, bedenkt man die großen Veränderungen, die sie vor und nach der Geburt leiden, erinnert man sich, in welch einem geringen Zeitteilchen manche der oben beschriebenen Veränderungen der Tiere vorgegangen sind, sollte es dann wohl zu kühn sein, sich vorzustellen, daß in dem großen Zeitraum, seitdem die Erde existiert hat, vielleicht Millionen Zeitalter vor dem Anfang der Geschichte des Menschen, sollte es wohl zu kühn sein, sich da vorzustellen, daß alle warmblütigen Tiere aus einem einzigen Filament entstanden sind, das die erste große Ursache mit Animalität begabte, mit der Kraft, neue Teile zu erlangen, begleitet mit neuen Neigungen, geleitet durch Reizungen, Empfindungen, Willen und Assoziationen, und das so die Macht besaß, durch seine ihm eingepflanzte Tätigkeit sich zu vervollkommnen, diese Vervollkommnungen durch Zeugung der Nachwelt zu überliefern, eine Welt ohne Ende!"

ERASMUS DARWIN bleibt aber bei der Anwendung der Abstammungslehre auf die warmblütigen Tiere nicht stehen. Es scheinen ihm genügende Gründe dafür vorhanden zu sein, daß auch die kaltblütigen Tiere, die Fische, ferner die Insekten und Gewürme, ja sogar die Pflanzen aus demselben lebenden Filament entstanden sind. Er verweist auf die Übergangsformen zwischen den kaltblütigen und warmblütigen Tieren, die von beiden etwas gemein haben, wie Walfische, Robben und Frösche. Er betont, daß die Insekten im Lauf ihres Lebens Änderungen erleiden, die untereinander noch verschiedener sind, als ihre Abweichungen von den warmblütigen Tieren. Er behauptet, daß die Würmer sich nur durch die Einfachheit ihres Baues von den übrigen Tieren unterscheiden, und daß kein Grund vorhanden sei, für sie eine gesonderte Entstehung anzunehmen. Er betrachtet die Pflanzen als Tiere niederer Art und schließt daraus, daß sie mit diesen einen gemeinsamen Ursprung besitzen. Er versucht somit, alle lebenden Wesen als verschiedene Stufen einer großen Entwicklungsreihe aufzufassen.

Eine Darstellung seiner Entwicklungslehre in poetischer Form, ergänzt durch Anmerkungen in Prosa hat ERASMUS DARWIN in dem nach seinem Tode, 1803, veröffentlichten Lehrgedicht „Der Tempel der Natur oder der Ursprung der Gesellschaft" gegeben. Er behandelt darin auch eingehend das Problem der ersten Entstehung des Lebens auf unserm Erdkörper und bekennt sich als entschiedenen Anhänger der Urzeugungslehre. In einer zehn Folioseiten umfassenden Anmerkung versucht er, die Vorurteile gegen diese Lehre

zu beseitigen und Tatsachen zu ihren Gunsten beizubringen. Die Experimente von BUFFON, REAUMUR, ELLIS, INGENHOUSZ und andern scheinen ihm zu beweisen, daß mikroskopische Tiere in wenigen Tagen in den Infusionen pflanzlicher oder tierischer Stoffe erzeugt werden können. Er schließt sich der Ansicht von INGENHOUSZ an, daß PRIESTLEYS Conferva fontinalis durch Verwandlung des Wassers oder einer in dem Wasser enthaltenen Substanz entstanden sei und belächelt mit GIRTANNER die Meinung PRIESTLEYS, nach der die Samen dieser Conferve und die Eltern der mikroskopischen Tiere allgemein in der Atmosphäre existieren und die Wände der Glasflaschen durchdringen. Auch beim Schimmel findet er es schwer begreiflich, wie die Samen dieses Pilzes so allgemein in der Atmosphäre verbreitet sein können, daß sie sich auf jedem faulenden Stoff an allen Orten festsetzen. Aus dem Wiederaufleben mikroskopischer Tiere, wenn sie nach langer Zeit der Austrocknung wieder in Wasser gebracht werden, schließt er, daß selbst die organischen Partikel toter Tiere einen gewissen Grad von Leben wiedererlangen, wenn sie einem gebührenden Grad von Wärme und Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Und endlich findet er die Erzeugung einiger Arten unbelebten Stoffes fast ebenso schwer zu erklären, wie die der einfachsten Grade des Lebens, z. B. die des Kautschuks.

Auf Grund dieser Erwägungen glaubt ERASMUS DARWIN annehmen zu dürfen, daß das erste organische Leben auf unserer Erde durch den Einfluß der Sonnenwärme in den Perlenhöhlen des küstenlosen Ozeans in Gestalt mikroskopisch kleiner Wesen entstand. Analogien zu diesem Hervorgehen alles Lebens aus dem Wasser findet er in der individuellen Entwicklung der Vierfüßler und des Menschen, die in ihrem embryonalen Stadium gleichsam Wassertiere sind und deren Fötus den Sauerstoff aus dem Strom des mütterlichen Arterienblutes genau ebenso aufnimmt, wie die Fische mit Hilfe der Kiemen aus dem Wasserstrom.

Den Erörterungen über die Urzeugung läßt ERASMUS DARWIN Spekulationen über die Fortzeugung des Lebens folgen. Nachdem Inseln oder Kontinente sich über das Urmeer erhoben hatten, werden zahlreiche der einfachsten Tiere versucht haben, Nahrung an den Küsten des neuen Landes zu suchen und so allmählich amphibisch geworden sein, wie wir es noch jetzt beim Frosche sehen, der sich aus einem Wassertier in ein amphibisches Tier verwandelt, und bei der Mücke, die aus einem schwimmenden zu einem fliegenden Tiere wird. Die auf trockenes Land und in trockene Luft gelangten Tiere werden allmählich neue Fähigkeiten erworben haben, um



ihre Existenz zu sichern; und durch unzählige aufeinanderfolgende Wiedererzeugungen in Tausend oder vielleicht Millionen von Zeitaltern werden sie zuletzt die zahllosen pflanzlichen und tierischen Bewohner erzeugt haben, die jetzt die Erde bevölkern.

Auch hier verweist der Dichter wie in der „Zoonomia" auf Übergangsformen zwischen Wasser- und Landorganismen, so auf die Wassernuß (Trapa), die kiemenartige, fein zerteilte Wasserblätter und lungenartige, wenig zerteilte Laubblätter besitzt, auf die Kaulquappe, die zuerst einem Fisch, dann einer Eidechse und zuletzt einem vierfüßigem Lufttiere gleicht, auf den Diodon, die Eidechse, den Biber, die Lamprete und den Walfisch, die zwischen Luft- und Wassertieren in der Mitte stehen.

Stufenartige Übergänge glaubt ERASMUS DARWIN ferner bei den Fortpflanzungsarten der Organismen nachweisen zu können. Er unterscheidet vier Stadien in der Aufwärtsentwicklung dieser physiologischen Funktion. Auf der untersten Stufe stehen die mikroskopischen Lebewesen und die nächst niedern Formen der Pflanzen und Tiere, wie Pilze, Polypen, Volvox und Taenia, die sich nur durch solitäre Zeugung fortpflanzen. Die zweite Stufe wird durch solche Organismen repräsentiert, die, wie die Tulpen und Blattläuse, ihre Nachkommen sowohl solitär als sexuell erzeugen. Die dritte Stufe besteht aus hermaphroditischen Pflanzen und Tieren, wie den Blumen mit Antheren und Stigmen, den Schnecken und Würmern. Die vierte Stufe endlich umfaßt die vollkommensten Ordnungen der Tiere, die sich nur durch sexuelle Vermischung fortpflanzen.

In diesem Zusammhang sei auch der merkwürdigen Ansichten gedacht, die ERASMUS DARWIN in der „Phytologia" über die stufenweise Abnahme der Anzahl der Geschlechtsorgane bei fortschreitender Vollkommenheit einer Gewächsgattung entwickelt. „In der 19. Klasse des Sexualsystems", sagt er, „fällt dieses Fortschreiten von zahlreichern zu wenigern und einfachern Reproduktionsorganen sehr deutlich in die Augen. In der Ordnung dieser Klasse, die LINNÉ polygamia aequalis nennt, enthalten alle Blümchen, die in der zusammengesetzten Blume eingeschlossen sind, sowohl männliche als weibliche Teile. In der Ordnung polygamia superflua sind die Blümchen der Scheibe Zwitter, die des Strahls hingegen enthalten bloß weibliche Teile. Bei den polygamia frustranea sind die Scheibenblümchen sowohl mit männlichen als mit weiblichen Teilen, die Strahlblümchen hingegen mit keinen von beiden versehen. Bei den polygamia necessaria endlich sind die Scheiben-

blümchen bloß männlichen, die Strahlenblümchen aber bloß weiblichen Geschlechts, und die hierher gehörigen Gewächse nähern sich also der Klasse Monoecia, wo sich beiderlei Geschlechter zwar auf einem und demselben Stamme, aber in verschiedenen von einander getrennten Blumen finden. Etwas dem ähnliches hat sich schon mit den Arten der Kermesbeere (Phytolacca) zugetragen. Eine von diesen Arten hat 20, eine zweite 10, eine dritte 8 Staubfäden und 8 Griffel, bei einer vierten stehen Staubfäden und Griffel von einander getrennt auf verschiedenen Stämmen." Alle diese Veränderungen in der Zahl der Reproduktionsorgane stehen nach ERASMUS DARWIN in Zusammenhang mit dem Streben aller Organisation zur Vervollkommnung.

Im Anschluß an seine Darlegungen über die Stufen der Fortpflanzung bei den Organismen erörtert der Großvater Darwins im zweiten Gesang des „Tempels der Natur" auch die tierische Herkunft des Menschen. Die betreffende Anmerkung ist interessant genug, um sie hier, mit einigen Auslassungen, wörtlich mitzuteilen. Sie lautet:

„Die Argumente, die beigebracht worden sind, um zu zeigen, daß der Mensch und die Vierfüßler sich früher in einem hermaphroditischen Zustand befanden, sind zunächst der gegenwärtigen Existenz von Brüsten und Zitzen bei allen Männchen entnommen, die bei Reizung anschwellen, wie die der Weibchen, und von denen behauptet wird, daß sie einen milchigen Saft bei ihrer Geburt enthalten; und es ist sicher, daß einige Männer ihren Kindern Milch in wüsten Gegenden gegeben haben, wo die Mutter zugrunde gegangen war . . . Es ist von einigen angenommen worden, daß der Mensch früher sowohl Vierfüßler als Hermaphrodit war und daß einige Körperteile noch nicht so passend für eine aufrechte wie für eine horizontale Körperstellung wären. So befindet sich der Boden der Harnblase bei einer aufrechten Stellung nicht genau über der Einmündung der Urethra, weshalb sie selten vollständig entleert wird, und auf diese Weise wird der Mensch mehr der Steinkrankheit unterworfen, als wenn er seine horizontale Stellung beibehalten hätte. Jene Philosophen scheinen sich mit BUFFON und HELVETIUS vorzustellen, daß der Mensch von einer Familie der Affen an den Küsten des Mittelmeeres entsprungen sei, die zufällig gelernt habe, den adductor pollicis, jenen starken Muskel, der den Ballen des Daumens bildet, zu gebrauchen und dessen Spitze mit denen der andern Finger zusammenzubringen, was Affen gewöhnlich nicht tun, und daß dieser Muskel schrittweise in

aufeinander folgenden Generationen an Stärke, Größe und Tätigkeit zunahm, so daß die Affen durch die damit erhöhte Tätigkeit des Tastsinnes klare Ideen erhielten und allmählich Menschen wurden."

Erasmus Darwin deutet hier einen Gedanken an, den er im dritten Gesang seines Lehrgedichts weiter ausgeführt hat, den Gedanken, daß die Ausbildung der Hand zum Greiforgan ein Hauptmoment der Menschwerdung darstellt. Der stolze Mensch, führt er aus, wird in beklagenswerter Schwachheit geboren, indem ihm alle die Waffen und Fähigkeiten abgehen, die den Tieren eigen sind, indem keine Hörner ihn schützen, keine Federn ihn zieren und keine feinen Kräfte der Nase, des Ohres und des Auges den jungen Denker lehren, zu verfolgen oder zu fliehen. Aber mit feinem Gefühl begabt, gehört dem Menschen die Hand als das vornehmste Geschenk des Himmels; ohne Klauen schließen sich die Finger zusammen und setzen sich dem sich biegenden Daumen entgegen, ziehen die schönen Linien der Form mit verfeinertem Sinn und bezaubern so durch klare Ideen den denkenden Geist.

Aber zur geistigen und sozialen Höherentwicklung des Menschen trugen nach Erasmus noch andere Faktoren bei. Langsam nur könnte das tastende Organ über Gebirge und Küsten wandern, keine richtigen Ideen könnten die winzige Fliege oder die embryonische Ameise dem Gefühl erregen, aber wie jede Masse den Sonnenstrahl zurückwirft, so sammelt des Auges klares Glas die vergänglichen Strahlen und malt das lebende Bild auf die Nerven. Die klaren Ideen, die durch Gefühl und Gesicht gewonnen werden, erheben den lebendigen Sinn zu Angst oder Entzücken, woher die schöne Macht der Nachahmung entspringt, die die Umrisse der äußern Dinge nachäfft und in rastloser Tätigkeit der Welt alle moralischen Tugenden, Sprache und Künste verleiht.

In der Genauigkeit des Gefühlssinnes, der größern Energie und Tätigkeit der Willenskraft, dem Besitz der Sprache, dem Arbeiten für die Zukunft, der Verfertigung von Werkzeugen, der Erwerbung von Geld, der Unterscheidung von Gut und Böse und dem Anbeten der Gottheit sieht Erasmus Darwin die Hauptunterschiede des Menschen von den Tieren. Aber darüber verkennt er die Einheit nicht, die beide verbindet. „Unsere Mittiere", schrieb er schon in der Zoonomia, „sind gleich uns durch Knochen unterstützt, mit Haut bedeckt und durch Muskeln bewegt, sie besitzen dieselben Sinne und Lüste und werden durch dieselben Nahrungsmittel erhalten. Daraus dürfen wir schließen, daß ihre innern Kräfte auch einigermaßen den unsern gleichkommen." Und im



„Tempel der Natur“ lesen wir: „Die instinktiven Strebungen der Tiere, geschickt für die Gegenwart und nicht blind für die Zukunft, verbinden das denkende Reptil mit der Menschheit. Menschenstolz erkenne deine Verwandten; deine Brüder, die Ameisen; deine Schwestern, die Würmer!“

* * *

ERASMUS DARWIN hat zur Begründung seiner deszendenztheoretischen Auffassungen fast alle die Wissenschaftszweige herangezogen, die auch heute noch als die Grundlagen der Abstammungslehre gelten: Paläontologie, Anatomie, Ontogenie und Ökologie. Die Paläontologie lehrte ihn, daß ganze Tiergruppen heute nicht mehr existieren und regte ihn zu der Frage an, ob dies aus ihrer Umwandlung in andere Formen zu erklären sei. Die Anatomie zeigte ihm die Einheit des Bauplans und die rudimentären Organe, die Ontogenie die außerordentliche Verschiedenheit der in kurzer Zeit von ein und demselben Organismus durchlaufenen Stadien, die Ökologie die große Plastizität der organischen Form unter dem Einfluß des Klimas, der Tätigkeit und der menschlichen Züchtung.

So umfassend aber das Gebiet war, dem ERASMUS DARWIN seine Beweisgründe entnahm, so arm war das Material, daß er aus ihm schöpfte. Nur eine verschwindend geringe Menge von Tatsachen brachte er in Zusammenhang mit seinen Abstammungsideen, und sehr wichtige Phänomene, wie z. B. die Einheit des Typus im Tierreich, die zu seiner Zeit bereits wohl bekannt und gewürdigt waren, werden von ihm nur ganz flüchtig berührt. Ebensowenig wie später LAMARCK kam es ihm darauf an, seine Theorie durch eine Fülle von Einzeltatsachen zu stützen, und schon aus diesem Grunde ist es von vornherein nicht wahrscheinlich, daß CHARLES DARWIN tiefer von den Ideen seines Großvaters beeinflußt wurde. Verständlich erscheint uns dagegen die Enttäuschung, die er bei der zweiten Lektüre der Zoonomia über das darin waltende Mißverhältnis zwischen der Spekulation und den mitgeteilten Tatsachen empfand. Denn es kann wohl kaum einen größern Gegensatz geben, als den zwischen dem winzigen Tatsachenbestand der Deszendenzlehre des ältern Darwin und dem ungeheuern empirischen Material, das der Enkel zur Begründung seiner Theorie zusammengetragen hat.

Es dürfte von einigem Interesse sein, festzustellen, welche von den einzelnen Tatsachen, die ERASMUS DARWIN zugunsten seiner Lehre anführt, sich auch bei CHARLES DARWIN finden und wie weit die Übereinstimmung in der Art ihrer Verwertung geht.



Wo Charles in seinem Hauptwerk die Ursachen des Aussterbens der Arten erörtert, erwähnt er unter den Gruppen, die plötzlich und unvermittelt verschwunden sind, auch die von Erasmus Darwin in ähnlichem Zusammenhang genannten Ammoniten. Während aber Erasmus es unentschieden läßt, ob diese Tiere völlig erloschen sind oder noch heute an unzugänglichen Orten der Erde oder gar als andere Arten existieren, erklärt Charles, dem fortgeschrittenen Stand der Wissenschaft seiner Zeit entsprechend, ihr plötzliches Verschwinden aus dem Vorhandensein unermeßlicher Zeiträume zwischen den aufeinanderfolgenden Formationen, in denen viele Organismen langsam zugrunde gehen konnten. Beide Forscher beschäftigt also das Problem des Aussterbens, und beide üben ihren Scharfsinn an dem Fall der Ammoniten, aber nur für Erasmus ist das Verschwinden dieser Gruppe möglicherweise daraus zu erklären, daß sie sich in andere Formen umgewandelt haben. Charles dagegen bemüht sich, die unbezweifelbare Tatsache des vollständigen Erlöschens der Ammoniten mit seiner Zuchtwahltheorie, für die sie eine Schwierigkeit darzubieten scheint, in Einklang zu bringen.

Unter den der Anatomie entnommenen Erscheinungen kommt vor allen die „Einheit des Typus“ in Betracht. Erasmus Darwin begnügt sich damit, auf die große Ähnlichkeit im Bau der warmblütigen Tiere im allgemeinen hinzuweisen, während Charles solche Einzelheiten erwähnt, wie die einheitliche Struktur der an verschiedene Funktionen angepaßten Extremitäten des Menschen, des Maulwurfs, des Pferdes, der Schildkröte und der Fledermaus.

Mit Rücksicht auf die Abstammung des Menschen ist die gleichartige Auffassung beider Forscher über die Bedeutung der Hand als Greiforgan für die Höherentwicklung der Menschheit bemerkenswert. „Der Mensch“, sagt Charles Darwin ganz im Einklang mit Erasmus, „hätte seine gegenwärtige dominierende Stellung in der Welt nicht gewinnen können ohne Gebrauch seiner Hände, die so wundervoll gebildet sind, die Gebote seines Willens zu betätigen. C. Bell betont: Die Hand ersetzt alle Werkzeuge, und durch ihr Zusammenwirken mit dem Intellekt gibt sie ihm eine universelle Herrschaft.“

Weitere Berührungspunkte zwischen beiden Forschern auf anatomischem Gebiet bilden ihre Erörterungen über rudimentäre Organe. Charles führt in seinen deszendenztheoretischen Werken zahlreiche Beispiele für solche Bildungen an, unter ihnen auch mehrere der von Erasmus Darwin erwähnten, nämlich die rudimen-

2*



tären Zitzen der Säugetiere, die Staubgefäße ohne Antheren und die Griffel ohne Narbe. Um zu zeigen, daß rudimentäre Organe zuweilen noch ihr Funktionsvermögen beibehalten, verweist CHARLES auf die Tatsache, daß die Brustdrüsen männlicher Säugetiere zuweilen wohl entwickelt sind und Milch absondern, was, wie wir gesehen haben, bereits von ERASMUS angeführt wurde, als er die Ansicht von dem frühern hermaphroditischen Zustand der Säugetiere erörterte. Und auch von CHARLES werden die männlichen Brustdrüsen und andere Organe in Zusammenhang mit einem frühern hermaphroditischen Zustand gebracht, indem er schreibt: „Seit langem schon ist es bekannt, daß bei den Wirbeltieren das eine Geschlecht Rudimente verschiedener, dem Zeugungssystem zugehöriger Nebenteile besitzt, die eigentlich dem andern Geschlecht angehören . . . . . Es scheint daher, daß irgend ein Urvorfahr des ganzen Wirbeltierreiches hermaphroditisch oder androgyn gewesen sei." In einer Anmerkung zu dieser Stelle beruft sich CHARLES auf die Untersuchungen GEGENBAURS und WALDEYERS, fügt aber hinzu: „Ähnliche Ansichten sind schon vor langem von einigen Autoren behauptet worden, jedoch bis vor kurzem ohne feste Grundlage."

Nur ganz allgemeiner Natur sind die Berührungspunkte, die sich zwischen ERASMUS und CHARLES DARWIN auf embryologischem Gebiet nachweisen lassen. Obgleich die Embryologie für ERASMUS die eigentliche Grundlage seiner Deszendenztheorie bildet und er sich die phylogenetische Entwicklung der Tiere nach Analogie der embryonalen denkt, kann er doch nur die Tatsache der individuellen Entwicklung als solche und die große Verschiedenheit der durchlaufenen Stadien, namentlich bei den Tieren mit Metamorphose zugunsten seiner Auffassung anführen. Auch CHARLES betont diese Verschiedenheit, aber ebenso wichtig sind für ihn die von ERASMUS auch nicht einmal angedeuteten Tatsachen der Gleichheit später verschiedener Teile im Embryo, die Ähnlichkeit der Embryonen verschiedener Tiere auf frühen Stadien der Entwicklung und das Vorhandensein von Bildungen beim Embryo, die keinen Nutzen für ihn oder für das Erwachsene haben. CHARLES erklärt diese Tatsachen aus dem Gesetz, daß geringfügige Veränderungen gewöhnlich nicht in einem sehr frühen Lebensalter auftreten und in einem entsprechend späten Alter vererbt werden, wovon bei ERASMUS sich ebenfalls noch keine Andeutung findet. Überhaupt ist dieser weit davon entfernt, eine deszendenztheoretische Erklärung der embryonalen Entwicklung zu versuchen, er begnügt sich mit der Vermutung einer Analogie zwischen Embryologie und Phylogenie.

Intimere Beziehungen als auf embryologischem scheinen auf ökologischem Gebiet zwischen beiden Darwins zu bestehen. Was z. B. Erasmus über die Änderung des Wollkleides bei den Schafen warmer Gegenden anführt, entspricht den folgenden Sätzen im fünften Kapitel der „Entstehung“: „Es scheint nämlich, als ob das Klima einen unmittelbaren Einfluß auf das Haar unserer Haustiere besitze.“ „So ist es den Pelzhändlern wohl bekannt, daß Tiere einer und derselben Art desto dichtere und bessere Pelze haben, je weiter sie nach Norden zu leben.“ Doch erweist sich Charles skeptischer als Erasmus, indem er hinzufügt: „Wer vermag jedoch zu sagen, wieviel von diesem Unterschied davon herrühre, daß die am wärmsten gekleideten Individuen viele Generationen hindurch begünstigt und erhalten wurden und wieviel dem Einfluß des strengen Klimas zuzuschreiben sei.“ Überhaupt legt Charles bei Erörterung dieser Fälle das Hauptgewicht nicht auf die Tatsache der Veränderung als solcher, wie dies Erasmus tut, sondern vielmehr auf die Ursache der Veränderung.

Dasselbe gilt von den Beispielen funktioneller Abänderung beim Menschen durch den Einfluß der Berufstätigkeit. Erasmus führt Schmiede, Weber und Portechaisenträger an, um zu zeigen, welcher Wandlungen der Organismus überhaupt fähig ist, Charles verweist auf Matrosen und Soldaten, um darzutun, daß die regelmäßig ausgeübte einseitige Beschäftigung einen Einfluß auf den Körperbau besitzt.

Sehr frappierend ist dann wieder auf den ersten Blick die Übereinstimmung, die mit Rücksicht auf die domestizierten Tiere zwischen beiden Darwins besteht. Doch ist die Anerkennung der Bedeutung der kultivierten Organismen für die Deszendenztheorie ein allen großen Deszendenztheoretikern von Bufeon bis Charles Darwin gemeinsamer Zug. Und auch hier sieht Charles die Hauptbedeutung der domestizierten Formen nicht wie Erasmus darin, daß sie überhaupt die Plastizität der organischen Form dartun, sondern darin, daß sie geeignet erscheinen, die Ursachen der Veränderungen aufzudecken. „Es ist daher von der höchsten Bedeutung“, schreibt er, „einen klaren Einblick in die Mittel der Abänderung und Anpassung zu tun. Bei Beginn meiner Beobachtungen hielt ich es für wahrscheinlich, daß ein sorgfältiges Studium der Haustiere und Kulturpflanzen die beste Aussicht auf Lösung dieses dunklen Problems böte.“

Zu gedenken wäre dann noch des gemeinsamen Strebens beider Darwins, Übergangsformen zwischen verschiedenen Organismen-

gruppen nachzuweisen, wenn auch die Beispiele, die beide wählen, verschiedene sind. Eine nordamerikanische Iltisart, die während des Sommers im Wasser von Fischen, im Winter auf dem Land von Mäusen lebt, zeigt nach CHARLES die Möglichkeit des Überganges von einem Wasser- zu einem Landraubtier. Flughörnchen, Fingertier, Pinguin, Kiwi und fliegende Fische veranschaulichen ihm, welche verschiedenen Übergangsformen zwischen vierfüßigen und fliegenden Tieren möglich sind. Nicht ein einziges dieser Beispiele findet sich bei ERASMUS.

Gar keine Analogie ist endlich bei CHARLES DARWIN zur Urzeugungslehre seines Großvaters zu finden. Während ERASMUS DARWIN viele Seiten seines Werkes dazu verwendet, diese Lehre annehmbar zu machen, wird sie von CHARLES DARWIN mit keinem Wort erwähnt, ja, er betont ausdrücklich, daß er mit dem Ursprung des Lebens nichts zu schaffen habe und läßt die ersten Organismen durch das Machtwort eines Schöpfers ins Dasein treten.

Damit wäre die Parallelisierung der deszendenztheoretischen Darlegungen des ältern und jüngern DARWIN, abgesehen von den besonders zu behandelnden Ansichten beider Forscher über die Ursachen der organischen Entwicklung, durchgeführt. Sie zeigt neben den mancherlei Berührungspunkten doch auch vielfache Unterschiede in der Behandlung und Verwertung der gleichartigen Bausteine, Unterschiede, die groß genug sind, um einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen den entsprechenden Stellen der Werke beider Forscher wenigstens nicht als selbstverständlich erscheinen zu lassen. Dazu kommt nun aber noch die wichtige Tatsache, daß fast alle der soeben besprochenen Erscheinungsreihen bei CHARLES in einem ganz andern Verhältnis zur ersten Erfassung des Deszendenzgedankens stehen als bei ERASMUS. Die Einheit des Typus, die rudimentären Organe, die embryologischen, funktionellen und die durch Klima und künstliche Züchtung verursachten Wandlungen der Organismen waren für ERASMUS nicht nur das Fundament, auf dem er seine Abstammungslehre aufbaute, sondern auch die Quellen, aus denen er sie schöpfte. Nicht so für CHARLES. Die anatomischen und embryologischen Wissenschaftszweige lagen besonders dem jungen DARWIN ganz fern, und ebenso wie zu der Beschäftigung mit den domestizierten Formen gelangte er erst in nähere Berührung mit ihnen, als die Idee der Deszendenz bereits Wurzel in seinem Geist gefaßt hatte.

Nachdem der Abstammungsgedanke in ihm aufgestiegen war, ging CHARLES DARWINS Streben dahin, alle biologischen Erschei-

nungen auf ihre Bedeutung für diesen Gedanken zu prüfen. Er durchforschte die ganze Literatur nach Tatsachen, die in Beziehung zur Entwicklungslehre stehen. Daß er dabei auch auf diejenigen stoßen mußte, die ERASMUS DARWIN angeführt hatte, ist um so weniger zu verwundern, als diese sich nicht nur in dessen Werken, sondern auch bei zahlreichen andern Schriftstellern, nicht zum wenigsten bei LAMARCK und dem Verfasser der „Vestiges", die DARWIN ebenfalls zu Rate gezogen hatte, finden. Die Übereinstimmung zwischen Großvater und Enkel auch in Einzelheiten beweist also nichts für eine weitgehende Abhängigkeit des einen vom andern. Daß CHARLES bei seinem Durchforschen der Literatur nach Tatsachen auch die Zoonomia benutzt hat, unterliegt keinem Zweifel, denn auf der ersten Seite seines deszendenztheoretischen Notizbuches vom Jahre 1837 steht „Zoonomia", was sich nach FRANCIS DARWIN auf die nächstfolgenden Seiten bezieht, wo Fortpflanzung durch Knospung erörtert und die Zoonomia erwähnt wird. Aber gerade dieses erste Notizbuch lehrt uns, wie wenig tiefere Berührungspunkte zwischen der Deszendenzlehre des Großvaters und Enkels von Anfang an bestanden und wie außerordentlich weit CHARLES schon damals über den Standpunkt der Zoonomia hinaus war.

Vor allem finden wir bereits hier die Idee einer baumförmig verzweigten Form der Deszendenz, von der sich bei ERASMUS DARWIN keine Spur findet. „Der Baum des Lebens", lesen wir in dem erwähnten Notizbuch, „sollte vielleicht Korallenstock des Lebens genannt werden, Basis der Zweige abgestorben, so daß Übergänge fehlen." Und ferner: „Zwischen Schwein und Tapir mag niemals ein gradweiser Übergang stattgefunden haben, doch von einem gemeinsamen Urerzeuger."

Ferner erkannte CHARLES damals bereits den von ERASMUS auch nicht einmal angedeuteten weittragenden Charakter seiner Theorie, indem er schrieb:

„Mit dem Glauben an Transmutation und geographische Gruppierung werden wir zu dem Versuche geführt, die Ursache der Veränderung zu entdecken; die Art und Weise der Anpassung (Wunsch der Eltern??), Instinkt und Bau bietet reiche Veranlassung zu Spekulation und Beobachtungsrichtungen. Nach der Ansicht, daß Generation eine Kondensation ist, wird der Prüfstein der höchsten Organisation verständlich . . . . Meine Theorie würde der vergleichenden Anatomie rezenter und fossiler Formen neuen Reiz geben; sie würde zum Studium der Instinkte, Erblichkeit, geistigen Vererbung, zum Ganzen der Metaphysik führen. Sie würde zur ein-

gehendsten Untersuchung der Verbastardierung, Regeneration, der Ursachen der Veränderung führen, damit wir erkennen, von woher wir kommen und wohin wir streben, — welche Umstände die Kreuzung begünstigen und welche sie verhindern — dies und direkte Untersuchung direkter Übergänge der Struktur in Spezies könnte auf Gesetze der Abänderung führen, die dann der hauptsächlichste Gegenstand unserer Studien sein würden, um unsere Spekulationen zu leiten."

Welch gewaltige Perspektive öffnete sich hier bereits dem 28jährigen Forscher, und wieviel tiefer erfaßte er die Tragweite seiner Ideen als ERASMUS DARWIN!

Das Wichtigste in dem Notizbuch von 1837 ist aber die große Rolle, die darin chorologische Beweisgründe zugunsten der Deszendenztheorie spielen, Momente, die ERASMUS ganz außer acht gelassen hat und von denen CHARLES in der „Zoonomia" nichts finden konnte. Sie deuten unmittelbar auf die Quelle, aus der DARWINS Genius die Deszendenzidee schöpfte, auf die großen biologischen Erscheinungen, die ihm auf dem Festland und den Inseln Südamerikas entgegengetreten waren und die er selbst an vielen Stellen seiner Bekenntnisse als seine Ausgangspunkte bezeichnet hat.

„Als ich mich als Naturforscher an Bord J. M. S. „Beagle" befand", schreibt er in der Einleitung seines Hauptwerks, „war ich über gewisse Tatsachen in der Verteilung der organischen Wesen Südamerikas und in den geologischen Beziehungen der gegenwärtigen zu den frühern Bewohnern dieses Kontinents aufs höchste überrascht. Diese Tatsachen schienen mir . . . . . einiges Licht über die Entstehung der Arten . . . . zu verbreiten." Welches diese Tatsachen waren, ergibt sich aus verschiedenen Briefen DARWINS und aus folgender Stelle seiner Autobiographie: „Während der Reise des ‚Beagle' hatte die Entdeckung großer fossiler Tiere, die mit einem Panzer gleich dem der jetzt existierenden Gürteltiere bedeckt waren, in der Pampasformation einen tiefen Eindruck auf mich gemacht; ebenso ferner die Art und Weise, in der beim Hinabgehen nach Süden über den Kontinent nahe verwandte Tiere einander vertreten, und drittens auch der südamerikanische Charakter der Naturerzeugnisse der Inseln des Galapagosarchipels und ganz besonders die Art und Weise, wie sie auf einer jeden Insel der Gruppe unbedeutend verschieden sind . . . . . Es war offenbar, daß Tatsachen wie diese, ebenso wie viele andere, nur unter der Annahme erklärt werden konnten, daß Spezies allmählich modifiziert werden; und der Gegenstand verfolgte mich."



Diese und andere Aussprüche DARWINS zeigen wahrlich zur Genüge, daß seine deszendenztheoretischen Anregungen ganz wo anders zu suchen sind als in den Schriften seines Großvaters. Mögen immerhin durch die südamerikanischen Befunde Ideen wieder geweckt worden sein, die er früher mit Bewunderung gehört oder gelesen hatte, so bleibt doch die selbständige geistige Verarbeitung der unmittelbar aus der Naturbeobachtung geschöpfen Tatsachen das eigentlich Entscheidende. Aber selbst sie vermochten, so groß ihr Eindruck auch war, doch keineswegs plötzlich, sondern erst nach mehrjähriger Prüfung DARWINS ursprüngliche Auffassung von der Unveränderlichkeit der Spezies zu zerstören. Das ergibt sich nicht nur deutlich aus dem berühmten Brief, den DARWIN im Jahre 1844 an HOOKER schrieb, um dem Freunde mitzuteilen, er sei auf Grund sechsjähriger Forschungen „beinahe überzeugt", daß die Spezies nicht unveränderlich sind, sondern auch aus folgendem Brief an OTTO ZACHARIAS aus dem Jahre 1877: „Als ich an Bord des „Beagle" war, glaubte ich an die Beständigkeit der Arten; so viel ich mich aber erinnern kann, zogen gelegentlich unbestimmte Zweifel durch meine Seele. Bei meiner Rückkehr in die Heimat im Herbste 1836 fing ich sofort an, die Herausgabe meines Tagebuchs vorzubereiten. Und dann sah ich, wie viele Tatsachen auf eine gemeinsame Abstammung der Arten hindeuteten, so daß ich im Juli 1837 ein Notizbuch mir anlegte, um alle Tatsachen zu verzeichnen, die sich auf diese Frage beziehen konnten. Ich wurde aber nicht eher überzeugt, daß Spezies veränderlich sind als bis, wie ich glaube, zwei bis drei Jahre verflossen waren."

Aus diesem Briefe geht erstens hervor, daß DARWIN noch lange nach der Lektüre der „Zoonomia" durchaus orthodox über die Spezies dachte, daß also die Ansichten seines Großvaters nicht imstande gewesen waren, seinen Glauben an die Konstanz der Arten zu erschüttern; zweitens, daß die auf der Reise gemachten Beobachtungen gelegentliche Zweifel in seiner Seele erweckten und ihn veranlaßten, nach der Rückkehr Tatsachen zu sammeln, um die Deszendenzidee zu prüfen; und drittens, daß die wirkliche Überzeugung von der Veränderlichkeit der Arten erst eintrat, als er mehrere Jahre lang solche Tatsachen gesammelt hatte. Eines der wichtigsten Momente, das diese Überzeugung bilden half, war ohne Zweifel die Erfassung des Gedankens der natürlichen Zuchtwahl, die im Oktober 1838 nach der Lektüre von MALTHUS erfolgte. „Hier hatte ich nun endlich eine Theorie, mit der ich arbeiten konnte", schreibt DARWIN in seiner Autobiographie und drückt da-



mit aus, daß MALTHUS einen größern Anteil an seiner Bekehrung zum Deszendenzgedanken hatte als ERASMUS. Mit Recht durfte daher FRANCIS DARWIN sagen, daß der Einfluß der frühern Evolutionisten auf seinen Vater, soweit die Geschichte der „Entstehung der Arten“ in Betracht kommt, von keiner besondern Bedeutung ist, weil die Entwicklungsidee in seinem Geist keinen Fortschritt machte, bis die Ursache der Modifikation erkennbar wurde.

FRANCIS DARWIN hat in der von ihm herausgegebenen Lebensbeschreibung seines Vaters mit großer Klarheit den Weg gezeichnet, auf dem der Begründer der Deszendenzlehre zu seinen Ideen gelangte. Er gedenkt dabei auch der Rolle, die LYELL als Bahnbrecher DARWINS spielte und erwähnt die Äußerung seines Vaters an Professor JUDD, es sei das Lesen der „Prinzipien der Geologie“ gewesen, das am meisten dazu beigetragen habe, seinen Geist umzustimmen und ihn dazu zu veranlassen, die Richtung in seinen Untersuchungen einzuschlagen, denen sein Leben gewidmet war.“ Ganz im Einklang damit hat HUXLEY gesagt, daß DARWINS größte Tat die Folge der unbeirrten Anwendung des in den „Prinzipien“ enthaltenen leitenden Gedankens und der für die Geologie befolgten Methode der Anwendung dieses Gedankens auf Biologie sei. Also auch LYELL, obgleich ebensowenig wie MALTHUS ein Vorläufer DARWINS, käme als dessen literarischer Anreger in höherm Maße in Betracht als der Verfasser der „Zoonomia“.

Alles in allem dürfte wohl kaum jemals ein Forscher eine große Idee in so selbständiger und schöpferischer Weise gefunden haben als CHARLES DARWIN die Deszendenzidee. ERASMUS DARWIN war von BUFFON, LAMARCK von BUFFON und ERASMUS DARWIN in weitgehendem Maße beeinflußt. Sie entnahmen ihre Ideen unmittelbar ihren Vorgängern. CHARLES DARWIN dagegen, weit entfernt nur die vom Großvater übernommenen Probleme aufs neue an reicherer Erfahrung zu kontrollieren und breitzuschreiben — wie BURCKHARDT von ihm sagt — schöpfte seine Gedanken direkt aus den Erscheinungen der Natur, so gut wie unbeeinflußt von denen, die diese Gedanken vor ihm vertraten. Wie er die Deszendenzidee fand, konnte nur ein Genie sie finden.

Die Faktoren der organischen Entwicklung

Alle bedeutenden Deszendenztheoretiker des 18. und 19. Jahrhunderts haben sich nicht damit begnügt, die stammesgeschichtliche Entwicklung der Organismen als solche zu erweisen, sondern haben auch die Ursachen dieser Entwicklung zu ergründen versucht.

So auch ERASMUS DARWIN. In drei fundamentalen Strebungen oder Bedürfnissen der Lebewesen sieht er die wichtigsten kausalen Faktoren der Bildung und Umbildung organischer Formen: in dem Verlangen nach dem ausschließlichen Besitze des Weibchens, dem Verlangen nach Nahrung und dem Verlangen nach Sicherheit.

Durch das Bedürfnis, das Weibchen für sich allein zu besitzen, sollen einige männliche Tiere Waffen für den geschlechtlichen Kampf erlangt haben, so der Eber eine dicke hornige Haut auf den Schultern und Hauer im Maule, der Hirsch ein Geweih, scharf zum Verwunden und gegabelt zur Abwehr der Stöße des Gegners, der Hahn Sporen an den Füßen. Die „Endursache" der mit diesen Waffen geführten geschlechtlichen Kämpfe sieht ERASMUS darin, daß das lebhafteste und stärkste Männchen die Art fortpflanzt, die dadurch verbessert wird.

Durch das Verlangen der Tiere nach Nahrung sollen solche Organe enstanden sein, die dem Nahrungserwerb dienen, so die harte Nase des Schweines zum Wühlen, der Rüssel des Elefanten, um die Zweige nieder zu biegen, die rauhe Zunge des Hornviehs zum Abstreifen des Grases, die starken Schnäbel der Papageien zum Aufbeißen der Nüsse, die langen Schnäbel der Schnepfen zum Durchbohren der sumpfigen Erde, die breiten Schnäbel der Enten zum Durchseihen des Wassers. Alle diese Dinge wurden nach ERASMUS nach und nach im Laufe der Generationen durch das beständige Bestreben der Kreatur, dem Nahrungsbedürfnis zu genügen, gebildet und haben sich mit beständiger Verbesserung auf die Nachkommen fortgepflanzt.

Durch das Streben nach Sicherheit endlich sollen alle Organe zur Flucht und zum Schutz enstanden sein, so die langen Hinterläufe des Hasen, die Flügel der Vögel und Fledermäuse, die harten Panzer der Schildkröte, die Schalen der Seeigel, die Schutzmittel der Blüten gegen Honigraub und die sympathischen Färbungen.

Als Ursache der Veränderungen bei den Pflanzen nennt ERASMUS DARWIN außer dem Streben nach Nahrung und Sicherheit noch das Verlangen nach Licht, Luft und Feuchtigkeit. Durch das Streben nach Licht und Luft sollen aus einblütigen Pflanzen, wie den Marienblumen, schlanke Bäume entstanden sein. Andere Pflanzen, die bei ihrem Streben nach Luft und Licht zu schwach waren, um durch eigne Stärke sich empor zu heben, lernten sich den Nachbarn anzuhängen, so der Efeu durch Wurzeln, der Weinstock durch Ranken, das Geißblatt durch spirale Windungen, die Mistel durch Einsenkung in die Rinde.



In den innern Strebungen der Lebewesen sieht jedoch ERASMUS DARWIN keineswegs die einzige Ursache der organischen Veränderungen. Auch der direkte Einfluß der äußern Existenzbedingungen wird von ihm gewürdigt. So führt er die Farbe der dunklen Menschenrassen auf die Einwirkung des Sonnenlichtes zurück. „Nächstdem", schreibt er im 13. Abschnitt der „Phytologia", „halte ich aber auch den fortgesetzten Einfluß des Lichtes zur Fortdauer der dunklen Farbe für notwendig und vermute daher, daß die kupferfarbenen Bewohner der von der Sonne stärker beleuchteten Gegenden, wenn man sie von Kindheit auf im Finstern erzöge oder mehrere Generationen hindurch in nördlichere Himmelsstriche versetzte, ein fahles und blässeres Aussehen gewinnen würden."

Ganz besonders eingehend erörtert ERASMUS DARWIN den Einfluß der äußern Existenzbedingungen auf die Pflanzenwelt. Im 16. Abschnitt seiner „Phytologia" spricht er die Ansicht aus, daß die Varietäten der Gewächse durch den Einfluß des Bodens und Klimas entstehen, und im 19. Abschnitt desselben Werkes schreibt er der Veränderung des Bodens einen auffallenden Einfluß auf die Farben der Blumen zu. „An einer feuchten Stelle meines Gartens", berichtet er, „stehen einige Schwarzwurzeln, die jährlich purpurfarbige Blüten tragen. Voriges Jahr fand ich an einem trockenen Platze einige Pflanzen derselben Gattung, aber mit weißen Blumen. Diese waren vermutlich aus abgefallenen und zufällig dorthin ververwehten Samen der rotblühenden Pflanzen aufgegangen. So sah auch BRADLEY, daß Wurzeln der rotblühenden Leberrose, die man aus trockenem Boden in feuchten verpflanzt hatte, weiße Blumen trugen und wieder rot blühten, als man sie an ihren vorigen Standort zurückbrachte."

Auch Veränderungen in der Anzahl der Staubfäden werden von ERASMUS aus Verschiedenheiten des Bodens und der Jahreszeit erklärt, wie sich aus folgender Stelle des 20. Abschnitts der „Phytologia" ergibt: „Die Blumen des Corchorus siliquosus haben im Frühling nur 4, im Herbst aber viele Staubfäden. Unser Flachs hat nur 5 vollkommene und 5 verstümmelte, der portugiesische aber 10 vollständige Staubfäden. In England hat das gemeine Eisenkraut 4, in Schweden aber nur 2 Staubfäden."

Für die Bildung neuer Arten nimmt ERASMUS DARWIN auch noch die Bastardierung als Ursache in Anspruch. Er verweist auf die Ansicht LINNÉS, daß im Anfang nur wenige Pflanzen erschaffen worden seien und sich ihre Zahl durch gegenseitige Vermischung



vermehrt habe. Er erwähnt ferner einige fabelhafte Nachrichten HUNTERS über die Vermischung verschiedener Tierarten. Dieser Reisende erzählt von einem Mitteltier zwischen Opossum und Känguruh, von Fischen, die Kopf und Schultern eines Rochen und das Hinterteil eines Haifisches besitzen, von Fischen mit einem Haifischkopf und dem Körper einer Meeräsche oder dem platten Körper eines Stachelrochens, von Vögeln, die Schenkel und Füße des Papageien mit dem Kopf und Hals der Seemöve vereinigen.

In der „Zoonomia“ gibt ERASMUS DARWIN diese Nachrichten ohne Kommentar wieder und scheint selber an ihre Wahrheit zu glauben, in der „Phytologia“ macht er jedoch Bedenken gegen die Bildung neuer beständiger Tierarten durch Bastardierung geltend. „Man könnte mutmaßen“, schreibt er dort, „daß viele unserer jetzt bekannten Tierarten ursprünglich durch Begattung männlicher und weiblicher Tiere von verschiedenen Gattungen ihr Dasein erhalten und dann als vollkommene Tiere ihre Art fortgepflanzt hätten. Allein gerade die Zeugungsorgane sind bei den uns bekannten Bastardtieren meistens so unvollkommen, daß diese sich nicht vermehren können und folglich die neue oder Bastardart fast immer mit der ersten Generation schon ausstirbt.“ Doch scheint ERASMUS damit nur eine Einschränkung und nicht eine Verwerfung der Ansicht aussprechen zu wollen, daß neue Arten durch Bastardierung entstehen können, denn auch in der „Zoonomia“ ist bereits von der Unvollkommenheit der Zeugungsorgane bei den Bastarden die Rede, wobei aber ERASMUS hinzufügt: „Diejenigen Bastarde hingegen, bei denen alle Teile ganz vollkommen gebildet sind, mögen in frühern Zeitperioden hervorgebracht sein und so die Zahl unserer vielen Tierarten vermehrt haben.“

Wie den Erscheinungen der Bastardierung, so hat ERASMUS DARWIN auch ihrem Extrem, der Inzucht, seine Aufmerksamkeit zugewendet. Über die ungünstigen Wirkungen naher Inzucht war er sich bereits völlig klar. In der „Phytologia“ und im „Tempel der Natur“ erwähnt er die Beobachtung KNIGHTS, daß Apfelbäume, die seit länger als hundert Jahren ununterbrochen durch Pfropfen fortgepflanzt worden waren, vom Krebs und andern Krankheiten sehr stark gelitten hatten und knüpft daran die Bemerkung: „Sollte diese Idee bei fernerer Untersuchung sich bewähren, so könnte man vermuten, daß sich etwas Ähnliches bei allzu fortgesetzter Vermehrung anderer Gewächse, z. B. der Erdäpfel, Erdbeeren durch Knollen, Ausläufer und Zwiebeln ereignen müsse.“ Die Ursache dieser Ausartung ungeschlechtlich vermehrter Gewächse sieht

ERASMUS darin, daß die Seitenerzeugnisse der Pflanzen, wenn sie zu ihrer Reife gediehen sind, weiter nicht verwandelt werden können, sondern wie andere individuelle Pflanzen und Tiere den nachteiligen Einflüssen des Klimas und des Nahrungsstoffes unterworfen sind, aus denen erbliche Krankheiten entspringen können, während die Geschlechtserzeugnisse der Gewächse durch Vermischung mit andern Individuen veredelt und vor Erbkrankheiten gesichert werden können. „Es dürfte wahrscheinlich nützlich sein", sagt er, „Pflanzensamen von verschiedenen Örtlichkeiten unter einander zu mischen, da der Antherenstaub geneigt ist, in der Nachbarschaft von einer Pflanze zur andern überzugehen, und durch dieses Mittel mögen die neuen Samen der Pflanzen verbessert werden."

Aus dem Umstand, daß die geschlechtliche Nachkommenschaft der Gewächse erblichen Krankheiten weniger ausgesetzt ist, als die ungeschlechtliche, schließt ERASMUS ferner, daß die geschlechtlichen Nachkommen von Tieren zu erblichen Krankheiten weniger geneigt sind, wenn Heiraten unter verschiedenen Familien stattfinden, als wenn sie in derselben Familie erfolgen. „Wenn Männchen und Weibchen", sagt er, „von verschiedenem Temperament sind, so können die im tierischen Körper vorhandenen Extreme sich gegenseitig unterdrücken, und es ist gewiß, daß, wenn beide Eltern aus Familien stammen, in denen dasselbe Erbübel herrscht, dieses viel leichter auf ihre Nachkommenschaft übergehen wird." Und nachdem er von den Ursachen der erblichen Krankheiten, namentlich der Trunksucht, gesprochen hat, fährt er fort: „Schließlich wird die Kunst, die geschlechtliche Nachkommenschaft von irgendwelchen Pflanzen oder Tieren zu verbessern, darin bestehen, daß man die vollkommensten Exemplare aus beiden Geschlechtern auswählt, d. h. die schönsten in Hinsicht des Körpers und die genialsten in Hinsicht des Verstandes; und wo eine Person männlichen oder weiblichen Geschlechts gegeben ist, darin, daß man ihr einen Gemahl von entgegengesetztem Temperament auswählt. Da so viele Familien schrittweise durch erbliche Krankheiten, als Skrofeln, Schwindsucht, Epilepsie, Wahnsinn usw. aussterben, so ist es oftmals gewagt, eine Erbin zu heiraten, da sie nicht selten der letzte Nachkomme einer kranken Familie ist."

Aus diesen Worten geht hervor, wie sehr ERASMUS DARWIN die Macht der Vererbung betonte. Daß er dabei auch die Vererbung erworbener Eigenschaften annahm, ist bei seinen „lamarckistischen" Anschauungen selbstverständlich, ganz abgesehen davon, daß zu seiner Zeit der Unterschied zwischen somatogenen und blastogenen



Veränderungen noch nicht präzisiert war. In dem Abschnitt der Zoonomia, der von den Temperamenten handelt, wird der Bemerkung MANINGHAMS, eines Geburtshelfers aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts, gedacht, daß breitschulterige Männer auch breitschulterige Kinder zeugen und hinzugefügt: „Da nun Arbeit die angewandten Muskeln stärkt und ihre Masse vergrößert, so scheint es, als wenn einige Generationen in Arbeit oder in Trägheit in dieser Rücksicht die Form und das Temperament des Körpers ändern können." Ferner verweist ERASMUS in dem Kapitel „Von der Erzeugung" auf eine von BUFFON erwähnte Zucht Hunde, die in Rom und Neapel sehr häufig sein soll und nach seiner Vermutung daher entstanden ist, daß man seit langer Zeit gewohnt war, den Hunden den Schwanz direkt am Leib abzuschlagen.

Auch eine Art Theorie der Vererbung hat ERASMUS DARWIN aufgestellt. Der Embryo, argumentiert er im 39. Abschnitt der „Zoonomia", wird zunächst Eigenschaften des Vaters besitzen, da er von diesem herstammt. Er kann aber auch Eigenschaften der Mutter erhalten, da die ersten nährenden Partikel, die von ihm aufgenommen werden, von der Mutter bereitet werden und den letzten Partikeln, aus denen ihre eigene Organisation besteht, ähnlich sind. Dies scheint der Ursprung der zusammengesetzten Bildung der Bastarde zu sein, die von beiden Eltern etwas haben, das meiste aber doch vom Vater. Einen großen Einfluß auf das Kind und besonders auf sein Geschlecht besitzt auch die Einbildung des Vaters, indem die Bewegungen der Sinnesnerven, d. h. die Ideen der Einbildung, auf die äußersten Enden der Hodengefäße übertragen werden können. Hat nun der Vater bei der Zeugung eine allgemeine Idee von seinen eigenen männlichen Zügen und der Form seiner männlichen Organe, so entsteht ein Knabe, der dem Vater gleicht. Hat er eine Idee von weiblichen Zügen und der Form der männlichen Organe, so entsteht ein Knabe, der der Mutter gleicht. Hat er eine Idee von männlichen Zügen und der Form der weiblichen Organe, so entsteht ein Mädchen, das dem Vater gleicht. Hat er endlich eine Idee von weiblichen Zügen und der Form der weiblichen Organe, so entsteht ein Mädchen, das der Mutter gleicht.

* * *

Unter den drei Faktoren, die ERASMUS DARWIN zur Erklärung der organischen Veränderungen in Anspruch nimmt, ist das Bestreben der Kreatur, den Bedürfnissen der Liebe, Nahrung und



Sicherheit abzuhelfen, weitaus der wichtigste. Alle Forscher, die sich mit ERASMUS DARWIN beschäftigt haben, stimmen darin überein, daß dieser Faktor mit dem Lamarckschen Prinzip der funktionellen Anpassung identisch ist. Schon ERNST KRAUSE sagte, in den Betrachtungen ERASMUS DARWINS sei bereits eine klare Darlegung von den Folgen der Gebrauchswirkung in ihrer Anwendung auf die Deszendenztheorie, also des sogenannten Lamarckismus, gegeben. Der ältere DARWIN sei Lamarckianer gewesen, oder richtiger gesagt, LAMARCK sei ein Darwinianer der ältern Schule, denn er habe nur, wenn auch mit großem Scharfsinn, die Ideen des ERASMUS DARWIN weiter ausgeführt. Ebenso betonte SAMUEL BUTLER, LAMARCK befinde sich darin praktisch in Übereinstimmung mit ERASMUS DARWIN, daß Modifikation gewöhnlich auf drei Hauptwegen verlaufe, die sich aus dem Verlangen nach Fortpflanzung, Nahrung und Sicherheit ergeben. Ja, BUTLER hält ERASMUS DARWINS Behandlung dieses Teiles des Gegenstandes für lichtvoller und befriedigender als die LAMARCKS, den er als Denker nicht auf gleiche Höhe mit seinem Vorläufer gestellt wissen will. BUTLER ist auch geneigt, anzunehmen, daß LAMARCK direkt durch ERASMUS DARWIN beeinflußt wurde und trotz BUFFONS Einwirkung ein Gegner der Umwandlungslehre blieb, bis er ERASMUS DARWINS Schriften kennen lernte, worauf er sofort umschwenkte. Auch HUXLEY und PERRIER haben die prinzipielle Übereinstimmung zwischen ERASMUS DARWIN und LAMARCK mit Rücksicht auf die Hypothese der Artumbildung hervorgehoben, und endlich hat CHARLES DARWIN selbst diese Übereinstimmung klar erkannt, wie aus früher mitgeteilten Stellen seiner Werke und Briefe hervorgeht, vor allem aus der Anmerkung zur „Historischen Skizze", wo er es merkwürdig findet, wie weitgehend sein Großvater die Ansichten LAMARCKS und ihre irrige Begründung vorausgenommen habe.

Wenn nun aber ERASMUS DARWINS Ansicht über die Ursachen der organischen Entwicklung mit derjenigen LAMARCKS übereinkommt, so gilt alles, was CHARLES DARWIN über diese geäußert hat, auch für die seines Großvaters. Wie skeptisch und geradezu wegwerfend CHARLES DARWIN über LAMARCK urteilte, ist bekannt. Und gerade die Seite des lamarckistischen Prinzips, die bei ERASMUS DARWIN vielleicht noch stärker hervortritt, als bei LAMARCK, nämlich das in ihr enthaltene psychistische Moment, wird von CHARLES DARWIN mit Hohn und Spott überschüttet. Sagt er doch in einem seiner Briefe, der Himmel möge ihn vor diesem LAMARCKschen Unsinn der „Anpassungen infolge des langsam wirkenden Willens der Tiere" bewahren. Zu entschiedenem Widerspruch also wurde er durch die

Hypothese LAMARCKS herausgefordert, und dieselbe oppositionelle Stellung mußte er gegenüber der gleichartigen Lehre seines Großvaters einnehmen. Statt anregend konnte diese daher nur hemmend auf die Verfolgung seiner deszendenztheoretischen Spekulationen wirken.

CHARLES DARWIN hat zwar später das LAMARCKsche Prinzip mit in sein deszendenztheoretisches System aufgenommen, aber doch nur als Nebenfaktor, und stets erschien es ihm unzureichend zur Erklärung der Anpassungserscheinungen. Er entkleidete es dabei auch gerade des Momentes, das bei ERASMUS DARWIN so stark hervortritt: des psychistischen. Mit Recht hat FRANCÉ in seinen „DARWINschen Fragen" hervorgehoben, daß LAMARCKS Lehre dem Denken die Kraft zuschreibt, körperliche Wirkungen hervorzubringen, daß nach ihr das Seelische im Tierkörper eine wirkende Ursache ist, die die Bedürfnisse zur Empfindung bringt. Und mit gleicher Berechtigung hat ADOLF WAGNER in seiner „Geschichte des Lamarckismus" gesagt, daß der Gebrauch oder Nichtgebrauch in der Lehre LAMARCKS nur die Folgeerscheinung der veränderten Bedürfnisse des Organismus ist, nur das technische Mittel, das der Natur der Organismen zur Anpassung an die Umgebung gegeben ist, weshalb denn auch dieser Teil der LAMARCKschen Lehre sich noch am ersten einer teilweisen Annahme von seiten mechanistisch denkender Biologen erfreuen könne. Zu diesen gehörte auch CHARLES DARWIN, von dem FRANCÉ sagt, daß er von allen Gedanken und Einsichten LAMARCKS nur soviel annahm, daß der Gebrauch die Organe stärkt und umformt, und dem WAGNER von seinem lamarckistischen Standpunkt aus vorwirft, daß er bei der Erklärung der Anpassungserscheinungen beim technischen Mittel stehen bleibe, während LAMARCK sofort tiefer, nämlich auf die Ursachen, die dieses technische Mittel in Bewegung setzen, zurückgehe. Dasselbe Verhältnis aber wie zwischen CHARLES DARWIN und LAMARCK besteht in dieser Hinsicht zwischen jenem und ERASMUS DARWIN.

Wenden wir uns nun zu dem zweiten der von dem ältern DARWIN anerkannten organischen Entwicklungsfaktoren, dem direkten Einfluß der äußern Existenzbedingungen, so ist auch dieser von CHARLES DARWIN verwertet worden. In der „Entstehung der Arten" führt er an, daß nach GOULD Vögel derselben Art in einer stets heitern Atmosphäre glänzender gefärbt sind, als wenn sie auf einer Insel oder in der Nähe der Küste leben, daß nach WOLLASTON der Aufenthalt in der Nähe des Meeres Einfluß auf die Farbe der Insekten hat, daß nach MOQUIN-TAUDIN Pflanzen an der Seeküste mehr oder weniger fleischige Blätter bekommen, wenn sie auch landeinwärts



nicht fleischig sind, und daß manche Forscher von der Beeinflussung des Haarwachstums durch ein feuchtes Klima überzeugt sind. In dem „Variieren der Tiere und Pflanzen" hat er den Einfluß der äußern Existenzbedingungen auf die Organisation noch eingehender dargelegt und ein ganzes Kapitel diesem Gegenstand gewidmet. Hier spricht er die Überzeugung aus, daß veränderte Lebensbedingungen genügend stark auf die Organisation unserer domestizierten Erzeugnisse eingewirkt haben, um neue Untervarietäten oder Rassen ohne Mithilfe der Zuchtwahl zu bilden. So sollen in Deutschland verschiedene Maisvarietäten, die aus den wärmern Teilen Amerikas stammten, sich im Verlaufe von nur zwei oder drei Generationen durch den Einfluß des Klimas bedeutend umgewandelt haben und auch die Verschiedenheiten zwischen vielen amerikanischen Bäumen und ihren nächsten europäischen Verwandten auf die lange fortgesetzte Einwirkung des verschiedenen Klimas zurückzuführen sein.

Es ist neuerdings von FRANCÉ behauptet worden, CHARLES DARWIN habe das Prinzip der direkten Anpassung von seinem Großvater übernommen. Ich kann dieser Auffassung schon deshalb nicht beipflichten, weil in der „Zoonomia" der direkte Einfluß des Mediums eine sehr untergeordnete Rolle spielt und ausgedehntere Erörterungen über ihn sich nur in der Phytologia finden, die CHARLES DARWIN wahrscheinlich erst sehr spät kennen lernte. Dazu kommt, daß dieser in einem Brief an HOOKER aus dem Jahre 1844 die Theorie der direkten Anpassung als eine „speziell deutsche" bezeichnet und seinen Großvater im Zusammenhang mit ihr niemals erwähnt. CHARLES hat zwar, wie HUXLEY bemerkt, in seinem deszendenztheoretischen Entwurf aus dem Jahre 1844 viel mehr Gewicht auf den Einfluß äußerer Bedingungen bei der Erzeugung von Abänderungen und auf die Vererbung erlangter Lebensgewohnheiten gelegt als in der „Entstehung", aber dafür, daß die Ansichten seines Großvaters hierbei bestimmend waren, liegt nicht der geringste Beweis vor.

Der dritte Faktor, durch den ERASMUS DARWIN neue Arten im Naturzustand entstehen läßt, die Bastardierung, kommt für CHARLES DARWIN als solcher überhaupt nicht in Betracht. Wohl hat CHARLES den Erscheinungen der Bastardbildung eine noch viel intensivere Aufmerksamkeit geschenkt als sein Großvater, aber nur mit Rücksicht auf die domestizierten Organismen und die Entstehung der Unfruchtbarkeit. Die Beschäftigung mit diesen Phänomenen ergab sich für ihn einerseits aus dem Bestreben, alles auf die domestizierten Formen Bezügliche zusammenzufassen und andererseits aus der Notwendigkeit, Schwierigkeiten der Deszendenztheorie zu beseitigen.

Hier Beziehungen zwischen ERASMUS und CHARLES anzunehmen, wird wohl niemandem in den Sinn kommen.

Dagegen könnte man geneigt sein, einen Zusammenhang zwischen den Erörterungen beider Forscher über die günstigen Wirkungen der Kreuzung und die ungünstigen Wirkungen naher Inzucht anzunehmen. Der Grundgedanke dessen, was CHARLES DARWIN im 17. Kapitel des „Variierens“ ausführt, ist in der Tat schon von ERASMUS sehr klar ausgesprochen worden, und es erscheint uns fast wie eine Wiederholung gewisser bereits angeführter Sätze des Großvaters, wenn der Enkel schreibt: „Die sofort anzuführenden Beweise überzeugten mich, daß es ein großes Naturgesetz ist, daß alle organischen Wesen aus einer gelegentlichen Kreuzung mit Individuen, die dem Blute nach nicht nahe mit ihnen verwandt sind, Nutzen ziehen und daß auf der andern Seite lange fortgesetzte Inzucht schädlich ist.“

Aber schon die diesem Satz unmittelbar folgenden Worte belehre uns darüber, daß es die Erfahrungen der Tierzüchter und das Vorhandensein von Mitteln zur Kreuzbefruchtung bei hermaphroditischen Pflanzen waren, die CHARLES DARWIN zur Erkenntnis jenes Naturgesetzes führten. Und auch in der Einleitung des Werkes „Über die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich“ schreibt DARWIN: „Nach meinen eigenen Beobachtungen über Pflanzen, die in einer gewissen Ausdehnung durch die Erfahrungen von Tierzüchtern geleitet wurden, gewann ich schon vor vielen Jahren die Überzeugung, daß es ein allgemeines Naturgesetz sei, daß Blüten dazu eingerichtet sind, wenigstens gelegentlich vom Pollen einer verschiedenen Pflanze gekreuzt zu werden.“ Als prophetische Verkünder dieses Gesetzes werden sodann SPRENGEL, ANDREW KNIGHT, KÖLREUTER und HERBERT genannt, während ERASMUS DARWIN unerwähnt bleibt. Und endlich erfahren wir, daß ganz zufällige Beobachtungen bei Versuchen über Vererbung den Ausgangspunkt für CHARLES DARWINS elfjährige Untersuchungen über die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich bildeten. Also auch hier ist nicht der geringste Einfluß von seiten des Großvaters zu verspüren.

Daß die Vererbungstheorien beider Forscher keinerlei Berührungspunkte mit einander haben, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Dagegen ist die Frage noch zu erörtern, ob sich irgendwelche Anklänge an die Züchtungslehre des Enkels beim Großvater nachweisen lassen. Schon HUXLEY hat mit Recht das Fehlen des Selektionsprinzips bei ERASMUS als den wichtigsten Unterschied zwischen



dessen Deszendenztheorie und der seines Enkels bezeichnet. Doch waren immerhin gewisse Elemente der Züchtungslehre dem ältern DARWIN nicht fremd, so vor allem der Kampf ums Dasein, dem er eingehende Betrachtungen gewidmet hat. Schon in einer Anmerkung zum ersten Gesang des „Botanischen Gartens“ findet sich eine kurze Bemerkung darüber. ERASMUS DARWIN stellt hier die wohltätigen Einrichtungen im Haushalt der Natur den Leiden verursachenden gegenüber und verweist dabei auf die gegenseitige Vernichtung der Lebewesen, indem er anführt, daß der Löwe die Lämmer frißt, diese die lebenden Pflanzen zerstören und beide vom Menschen verzehrt werden.

Ausführlicher werden diese Erscheinungen im 19. Abschnitt der „Phytologia“ unter der Überschrift „Lebensgenuß und Glückseligkeit in den organischen Naturreichen“ in folgendem Gedankengang besprochen:

Die Gewächse müssen als schwächere und unbewegliche Geschöpfe den Tieren ohne Unterschied zur Beute dienen. So scheint in der organischen Natur überall das Recht des Stärkern zu herrschen; so ist die Bestimmung alles Lebendigen zu verzehren oder verzehrt zu werden, und Raub und Verderben die allgemeine Losung. Groß ist aber auch auf der andern Seite die Mannigfaltigkeit und Summe des Lebensgenusses in den organischen Reichen der Natur. Die Samen der Pflanzen und die Eier der Tiere fühlen keinen Schmerz, wenn sie von Tieren verzehrt werden. Die Embryonen in den Samen und Eiern empfinden sinnliche Lust bei Aufsaugung der Nahrung. Die Jungen der Säugetiere nehmen und geben sinnliche Lust an den Brüsten ihrer Mutter. Alle Tiere und wohl auch die Pflanzen empfinden sinnliche Lust bei der Hervorbringung neuer Individuen. Die meisten organisierten Geschöpfe werden, wenn sie schwach und kränklich geworden sind und ihre Reizbarkeit erschöpft ist, von andern stärkern reizbarern Individuen zerstört. Die Insekten finden sich häufiger auf kränklichen und schwachen als auf gesunden und starken Gewächsen ein, und die Raubtiere machen vornehmlich Jagd auf alte und schwache Tiere, indessen die jüngern von ihren Eltern gegen feindliche Angriffe verteidigt werden. Hierdurch wird die Summe des Schmerzes vermindert und die der Lust vermehrt, da der organische Stoff nur aus minder reizbaren und empfindlichen Körpern genommen und andern, deren Reizbarkeit und Empfindlichkeit größer ist, angeeignet und so gewissermaßen die alte Organisation in die neue übergeführt und versetzt wird. Bei alten und schwachen Individuen

ist der Tod mit geringem Schmerz verbunden und weniger ein positives Übel als Entziehung eines Gutes. Kein organisiertes Geschöpf kann übermäßigen Schmerz lange aushalten, weil dessen Empfindung bald durch Ohnmacht oder Vernichtung des Lebens unterbrochen wird. Bei Pflanzen und Tieren ist ein gewisses Lustgefühl mit der Bereitung, dem Umlauf und der Absonderung der Säfte verknüpft. Die ungeheuern Massen von Kalkstein, Mergel, Ton und Steinkohlen sind ganz oder größtenteils aus Überresten organischer Geschöpfe entstanden, die einst, so lange sie lebten, Vergnügen genossen und des Lebens sich freuten.

In poetischer Form hat ERASMUS DARWIN diesen Gedankengang im vierten Gesang des „Tempels der Natur" wiederholt und dabei eine noch ausführlichere Schilderung des Kampfes ums Dasein gegeben, die in Prosaform übertragen also lautet:

„Hoch schwingt der Dämon Krieg sein Banner, Schwert schlägt gegen Schwert, Pferde stürzen auf Pferde, der Mensch zertritt den Menschen, Nationen vertilgen Nationen, und der Tod schwingt seine Sense mit furchtbarem Schwung. Mitleidlos zerfleischt der Wolf das schuldlose Lamm, fühllos zerreißt der hochfliegende Adler die fromme Taube, und Lamm und Taube fressen das junge Kraut und vertilgen den keimenden Samen. Die krächzende Eule tötet die Nachtigall und diese den Glühwurm, der wieder die schlafende Blume schlachtet. Die grausame Bremse senkt ihre zahllose Brut in Hirsch, Stier oder Pferd, und ihre hungrige Larve frißt sich ihren Lebensweg, um, durch die Wärme ausgebrütet, ans Tageslicht zu gelangen. Mit scharfem Stachel sticht die beschwingte Schlupfwespe die Raupe für ihr Junges an, worauf die grausame Larve ihre Gänge gräbt und die Lebenskräfte aus ihrer nährenden Amme zieht. Die grimmige Libelle verschlingt mit Kinnbacken von Stahl einen Insektenschwarm als Mahlzeit, und streitende Bienenschwärme erheben sich auf rauschenden Schwingen und schlachten Tausende der ihrigen mit giftigen Stacheln. Ja, sogar die lächelnde Flora führt ihren Schlachtwagen durch die dichten Linien des vegetabilischen Kriegs; Kraut, Strauch und Baum streben mit heftigen Erregungen nach Licht und Luft und kämpfen über der Erde, während ihre Wurzeln unter der Erde um Feuchtigkeit und Boden streiten. Um den hohlen Ulmbaum schlingt sich der schmeichlerische Efeu und erstickt ihren sich sträubenden Freund. Vom Mancinella träufelt giftiger Tau und verbrüht durch ätzende Berührung die darunter stehenden Triebe; Mehltau und Brand lichten die Reihen des Korns, und Insektenhorden verschlingen mit rastlosem Zahn die

unentfaltete Knospe und durchbohren die junge Blüte. In den Perlengründen des Ozeans lebt der grimme Monarch des unersättlichen Todes, der räuberische Hai, und schießt auf die beschuppte Brut; die schleichenden Krokodile erfassen mit offenem Rachen die obern Geschlechter; und mit ihrem ungeheuern Maul verschlingen die Wale mit einem Schluck gewaltige Massen, eine Million in einer Stunde. Luft, Erde und Meer enthüllen dem erstaunten Auge eine Szene von Blut, ein ungeheures Grab. Vom Arm des Hungers werden die Pfeile des Todes geschleudert, und ein großes Schlachthaus ist die kriegführende Welt."

Im weitern Verlauf des Gesanges schildert ERASMUS DARWIN die Leiden, die Hunger, Tyrannei, Krankheit, Laster, Überschwemmung und Erdbeben über die Menscheit verhängen, wendet sich dann aber den Lichtseiten des Lebens zu und besingt das Gute- das die Welt in reichem Maße bietet. Zu ihm rechnet er auch die unerschöpfliche Fülle und die enorme Vermehrungsfähigkeit der organischen Wesen. „Jede fruchtbare Eiche", sagt er, „bildet 10000 Eicheln, die durch die Herbststürme verschwenderisch zerstreut werden; jeder fruchtbare Mohn schüttet 10000 Samen aus, die verschwenderisch von seinen wogenden Köpfen ausgestreut werden; unzählige Blattläuse saugen mit gierigen Leibern den Honigsaft, schwärmen, mit Eiern oder Embryonen angefüllt, auf jedes Blatt und bewohnen scharenweise jeden Zweig. Die doppeltgeschlechtlichen Schnecken und Würmer bilden im Boden ihre Höhlenwiegen, häufen ihre weißen Eier auf, sicher vor Frost und Fluten, und stopfen ihre Kinderstuben mit unzähligen Bruten voll. Die zahllosen Haufen der Quappen verläßt der amphibische Frosch, und lebende Inseln treiben auf den Seen. Der wandernde Hering steuert seine zahllosen Haufen von den Eismeeren nach wärmern Küsten und bedeckt mit seinem Laich endlose Gebiete. Alles dies, durch aufeinanderfolgende Geburt sich vermehrend, würde Ozean, Luft und Erde übervölkern. Und auch das menschliche Geschlecht würde sich, unterstützt durch freundliches Klima und reichliche Nahrung, in kurzer Zeit über Meere und Boden ausbreiten und sein aus Land und Wasser bestehendes Bett überschwemmen, wenn nicht Krieg und Pestilenz, Krankheit und Teuerung die überflüssigen Myriaden von der Erde hinwegschwemmten."

Zwei Anmerkungen zu dieser hier in Prosa wiedergegebenen Stelle des Gedichtes machen noch genauere Angaben über die ungeheure Fruchtbarkeit der organischen Wesen. Die eine lautet: „Die Fruchtbarkeit der Pflanzen in bezug auf die Samen ist oft

bemerkenswert; von einer einzigen Maispflanze belaufen sich die Samen in einem einzigen Sommer auf 2000, von Inula auf 3000, von der Sonnenblume auf 4000, vom Mohn auf 3200, vom Tabak auf 40320, dazu müssen die ausdauernden Stöcke und die Knospen gerechnet werden. Knospen, die ebensoviele Kräuter an einem Baum sind, belaufen sich häufig auf 10000."

Die andere Anmerkung bezieht sich auf die Vermehrung der Blattläuse. „Die doppelte Art der Fortpflanzung", sagt ERASMUS, „die so genau den Knospen und Samen der Bäume gleicht, spricht für die wunderbare Vermehrung dieses Insekts, das nach Dr. RICHARDSON aus 10 Generationen besteht und durchschnittlich aus 50 in jeder Generation, so daß die Summe von 50, multipliziert mit 50, und dieses Produkt wiederum mit 50 neunmal multipliziert das Erzeugnis eines einzigen Eies in zahllosen Millionen ergeben würde; wozu noch die unzähligen Eier hinzugefügt werden müssen, die von der 10. Generation für die Erneuerung ihrer Nachkommenschaft in dem folgenden Frühjahre gelegt werden."

Aus dieser ungeheuern Vermehrungskraft der Organismen folgt für ERASMUS DARWIN der Nutzen und die Bedeutung des Kampfes ums Dasein. Ohne diesen würden Meer, Luft und Erde bald übervölkert sein und der Mensch in kurzer Zeit die ganze Erde überschwemmen. Diese Erwägung versöhnt uns mit dem Kampf ums Dasein nicht minder als der Gedanke, daß aus dem Untergehenden neues frisches Leben erblüht.

Drei Momente sind in diesen Ausführungen ERASMUS DARWINS über den Kampf ums Dasein für uns von Interesse: die Schilderung des Kampfes selbst, die Betonung der enormen Fruchtbarkeit der organischen Wesen und der Versuch, das Menschengemüt mit dem Kampfe auszusöhnen. Alle drei werden auch von CHARLES DARWIN berücksichtigt. Es genügt, auf einige Sätze des dritten Kapitels der „Entstehung" hinzuweisen, um die Analogien darzutun.

„Wir sehen das Antlitz der Natur in Heiterkeit strahlen", schreibt der Enkel des ERASMUS, „wir sehen oft Überfluß an Nahrung; aber wir sehen nicht oder vergessen es, daß die Vögel, die sorglos rings um uns her singen, meistens von Insekten oder Samen leben und dadurch beständig Leben vernichten, oder wir vergessen, wie oft diese Sänger oder ihre Eier und Nestlinge von Raubvögeln und Raubtieren vernichtet werden."

Ist in diesen Sätzen der Kampf selbst charakterisiert, so handelt folgende Stelle von der ihn bedingenden starken Vermehrungsfähigkeit der organischen Wesen:



„Es gibt keine Ausnahme von der Regel, daß jedes organische Wesen sich auf natürliche Weise in so hohem Maße vermehrt, daß, wenn es nicht vernichtet würde, die Erde bald von den Nachkommen eines einzigen Paares bedeckt wäre. Selbst der Mensch, der sich nur langsam vermehrt, verdoppelt seine Zahl in 25 Jahren, und bei diesem Verhältnis würde die Welt schon in weniger als 1000 Jahren buchstäblich keinen Raum mehr für seine Nachkommenschaft haben. LINNÉ hat berechnet, daß, wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte und ihre Sämlinge im nächsten Jahr auch zwei hervorbrächten usw., in 20 Jahren eine Million Pflanzen vorhanden wäre. Man betrachtet den Elefanten als das sich am langsamsten vermehrende von allen bekannten Tieren; ich habe mich bemüht, das wahrscheinliche Mindestmaß seiner natürlichen Vermehrung zu schätzen: am sichersten dürfte die Annahme sein, daß er sich im Alter von 30 Jahren fortzupflanzen beginnt und damit bis zum 90. Jahre fortfährt, daß er in dieser Zeit sechs Junge zur Welt bringt und 100 Jahre alt wird; ist dies der Fall, so würden nach Ablauf von 740—750 Jahren beinahe 19 Millionen Elefanten am Leben sein, die von dem ersten Paar abstammten."

Einen Versuch CHARLES DARWINS, uns mit dem Kampf ums Dasein auszusöhnen, enthalten die folgenden Worte:

„Denken wir über diesen Kampf nach, so können wir uns mit dem zuversichtlichen Glauben trösten, daß der Krieg in der Natur nicht unaufhörlich wütet, daß keine Furcht gefühlt wird, daß der Tod im allgemeinen schnell ist und daß der Kräftige, der Gesunde, der Glückliche am Leben bleibt und sein Geschlecht fortpflanzt."

So groß aber auch die Analogien zwischen Großvater und Enkel auf diesem Gebiete sind, so wenig läßt ein eingehender Vergleich prinzipielle Verschiedenheiten der Auffassung und Behandlungsart verkennen. Für ERASMUS hat die ganze Betrachtung des Vernichtungskrieges in der organischen Welt einen ethischen Hintergrund, er will das Gute und das Böse im Haushalt der Natur gegen einander abwägen. Um das Böse in das richtige Licht zu stellen, schildert er den Kampf ums Dasein, und um dem Guten gerecht zu werden, verweist er auf die unendliche Fruchtbarkeit des organischen Lebens und auf die Bedeutung des Kampfes ums Dasein als eines Mittels, der Übervölkerung der Erde vorzubeugen und das Gleichgewicht in der organischen Welt zu erhalten. CHARLES DARWIN dagegen betrachtet den Kampf ums Dasein als die Kraft, die die schönen Anpassungen in der organischen



Welt geschaffen hat, die den Specht und die Mistel nicht weniger passend für ihre Lebensbedingungen gestaltet hat als den niedrigsten Parasiten, der sich an das Haar eines Vierfüßlers oder die Federn eines Vogels anklammert, den Käfer, der ins Wasser untertaucht, und den befiederten Samen, der vom leichtesten Lüftchen fortgetragen wird. Und ferner betrachtet er ihn als die Kraft, die Varietäten in gute, scharf getrennte Arten umschlagen läßt, die sich stärker voneinander unterscheiden, als die Varietäten derselben Art. Davon ist bei ERASMUS keine Rede. Er bringt den Kampf ums Dasein weder mit der Entstehung der Anpassungen, noch mit der Entstehung der Arten aus Varietäten in Zusammenhang.

Dazu kommt, daß der Kampf ums Dasein bei CHARLES ein viel umfassenderer Begriff ist, als bei ERASMUS, indem er bei ihm alle Wechselbeziehungen der Organismen untereinander und zu der anorganischen Natur einschließt. Und endlich legt CHARLES das Hauptgewicht auf den Wettbewerb zwischen den Individuen und Varietäten derselben Art, während sich ERASMUS im wesentlichen auf die Würdigung des Kampfes beschränkt, der zwischen verschiedenen Arten wütet.

Das alles brauchte uns aber nicht zu hindern, anzunehmen, daß CHARLES DARWIN durch die lebensvollen Schilderungen seines Großvaters zur Betrachtung und Bewertung der Vorgänge des Kampfes ums Dasein angeregt worden sei. Die merkwürdigen Analogien fänden dadurch vielleicht ihre einfachste Erklärung. Aber es sind zwingende Gründe vorhanden, die uns nötigen, auf diese Erklärung zu verzichten. Zunächst ist es auffallend, daß ERASMUS DARWIN von seinem Enkel in dem Kapitel der „Entstehung", das vom Kampf ums Dasein handelt, nirgends erwähnt wird, während andere Autoren genannt werden. So wird dem ältern DECANDOLLE und LYELL das Verdienst zugeschrieben, ausführlich und streng wissenschaftlich nachgewiesen zu haben, daß alle organischen Wesen einen rücksichtslosen Mitbewerb untereinander zu bestehen haben. Und von W. HERBERT, dem Dechanten von Manchester, wird gesagt, niemand habe in bezug auf die Pflanzen diesen Gegenstand geistvoller und geschickter behandelt als er. In diesem Zusammenhang wäre gewiß auch ERASMUS DARWIN genannt worden, wenn sein Enkel damals seine diesbezüglichen Ausführungen gekannt hätte. Wir dürfen dies um so eher vermuten, als CHARLES in seiner viel später geschriebenen Biographie des ERASMUS der Ausführungen in der „Phytologie" über den Daseinskampf Erwähnung tut, indem er sagt: „Die folgenden Aussprüche sind insofern interessant,



als sie den Fortschritt der modernen Auffassung schon damals im voraus entwerfen.“ Es scheint daher, daß CHARLES erst zu jener Zeit, als er sich der biographischen Skizze wegen eingehender mit den Werken seines Großvaters befaßte, jene Stellen der „Phytologie“ und des „Tempels der Natur“, die sich auf den Kampf ums Dasein beziehen, kennen lernte.

Außer diesen negativen haben wir aber auch positive Anhaltspunkte dafür, daß die Anregungen zur Würdigung des Kampfes ums Dasein durch CHARLES nicht von ERASMUS ausgingen. In seiner Autobiographie berichtet uns CHARLES, daß er zu der Zeit, als er das MALTHUSsche Werk über Bevölkerung las, „hinreichend darauf vorbereitet war, den überall stattfindenden Kampf um die Existenz zu würdigen, namentlich durch lange fortgesetzte Beobachtungen über die Lebensweise von Tieren und Pflanzen.“ Auch hier wieder war es also das unmittelbare Studium der Natur, das die Hauptanregung gab, vor allem wohl die Erfahrungen auf südamerikanischem Boden, wo dem Reisenden der Kampf ums Dasein in seinen verschiedensten Formen lebhaft vor Augen getreten war. Spuren dieser Anregung sind in den vom Kampf ums Dasein handelnden Kapitel der „Entstehung“ deutlich zu erkennen, indem dort der kolossalen Vermehrung der Rinder und Pferde sowie der Artischocken und Riesendisteln auf den weiten Ebenen des La Plata-gebietes gedacht wird. Nach solchen Erfahrungen bedurfte es nur noch der zufälligen literarischen Anregung durch MALTHUS, um den Forscher auf den Gedanken zu führen, daß im Kampf ums Dasein günstige Abänderungen erhalten und ungünstige zerstört werden, und daß das Resultat davon die Bildung neuer Arten ist. Völlig unabhängig von ERASMUS und auf durchaus selbständigem Wege ist also CHARLES DARWIN zur Würdigung des wichtigsten Faktors der natürlichen Zuchtwahl gelangt.

Weit eher könnte man annehmen, CHARLES DARWIN sei zu seiner Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl von seinem Großvater angeregt worden. Denn in der „Zoonomia“ ist diese tatsächlich bereits angedeutet. Wir erinnern uns jener Stelle, wo als die Endursache des Kampfes der Männchen die Fortpflanzung der Art durch das stärkste und tätigste Tier und die dadurch bedingte Verbesserung der Art bezeichnet wird. Mit Recht hat schon SAMUEL BUTLER bemerkt, daß dieser Satz genügend sei, um zu zeigen, daß ERASMUS DARWIN nicht blind für die Tatsache vom Überleben der Tüchtigsten und für die Folgen dieser Tatsache war. Andererseits steht die erwähnte Stelle der Zoonomia doch

viel zu vereinzelt da, um ihr eine größere Bedeutung für das deszendenztheoretische System des ERASMUS beizumessen, und BUTLER hat gewiß abermals recht, wenn er in dem Gebrauch des Wortes „dadurch" an jener Stelle nichts weiter als eine Entgleisung sieht, die ERASMUS DARWIN für den Augenblick in die Vorstellungsweise seines Enkels verfallen ließ.

Wenn aber auch der ältere DARWIN sich der Bedeutung seines Ausspruchs nicht klar bewußt war und wohl kaum ahnte, daß er damit eigentlich ein ganz anderes Prinzip der organischen Formbildung aussprach, als das von ihm sonst vertretene von der Bildung der Organe durch die Strebungen der Organismen, so könnte doch CHARLES DARWIN durch diese „Entgleisung" seines Großvaters einen Anstoß zu seiner Theorie erfahren haben. Aber auch dafür liegt nicht der geringste Beweis vor, denn nirgends erwähnt CHARLES seinen Großvater in Verbindung mit der Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl, obgleich sein Werk über diese Theorie außerordentlich reich an Verweisen ist und für jede erwähnte Tatsache die Quelle angegeben ist. Freilich wissen wir auch nichts Positives über den Weg, auf dem CHARLES die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl erfaßte, denn die Autobiographie sagt uns weiter nichts, als daß ihn der Gegenstand immer sehr interessiert habe. Aber nachdem die Idee der natürlichen Zuchtwahl einmal erfaßt war, brauchte es kaum noch einer besondern Anregung, um zu der der geschlechtlichen zu gelangen.

Noch ausführlicher als in der „Zoonomia" hat ERASMUS DARWIN im „Tempel der Natur" die geschlechtlichen Kämpfe der Tiere gewürdigt. Seine lebendige Schilderung im zweiten Gesang dieses Gedichtes lautet in Prosaform übertragen wie folgt:

„Hier entbrennen Hähne heldenmütig in eifersüchtiger Wut, und Wachteln kämpfen mit Wachteln in zweifelhaftem Kampf. Stolz auf ihre bewaffneten Fersen und ihr sich sträubendes Gefieder blasen sie die höhnende Trompete schrill und laut, begegnen sich mit rasselnden Flügeln und schwellenden Brüsten und ergreifen mit starken Schnäbeln ihre blutenden Kämme, erheben sich auf schneller Schwinge über den kämpfenden Feind und führen in der Luft den totbringenden Streich. Dort höhnt der heisere Hirsch seinen schreienden Rivalen und stößt und pariert mit seinem verzweigten Geweih; kämpfende Eber stoßen mit schmelzbedecktem Fangzahn und fangen mit dem Schulterschild den falschen Streich auf, während die weiblichen Rudel in stummem Erstaunen zuschauen und den Sieger mit bewundernden Augen betrachten. So

kämpften die Ritter auf stolzem Roß mit eingelegter Lanze bis der eine zu Boden lag und der Sieger durch das Lächeln der Erwählten belohnt ward.“

Auch diese Stelle beweist nur wieder, wie nahe sich Großvater und Enkel berühren, ohne daß eine literarische Abhängigkeit zwischen ihnen bestand. Denn CHARLES DARWIN kannte den „Tempel der Natur“ nicht, als er die Idee der geschlechtlichen Zuchtwahl erfaßte.

Die Anpassungserscheinungen

Ein Lieblingsthema der Naturforscher und naturforschenden Dilettanten des 17. und 18. Jahrhunderts waren die zweckvollen Einrichtungen in der organischen Natur, die Erscheinungen der Anpassung. Wir brauchen nur an SWAMMERDAMS „Bibel der Natur“ und an die zahlreichen Physikotheologien jener Zeit zu denken, in denen die Weisheit des Schöpfers aus der Zweckmäßigkeit in den organischen Bildungen bewiesen werden sollte. Es kann uns daher nicht wundern, daß auch ERASMUS DARWIN diesen Erscheinungen einen breiten Raum in seinen Werken eingeräumt hat. Namentlich waren es die Anpassungen im Pflanzenreich, denen er seine Aufmerksamkeit schenkte, und wir begegnen hier bei ihm zahlreichen Erörterungen über biologische Phänomene, die später bevorzugte Forschungsobjekte des Enkels wurden. Eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten diesbezüglichen Bemerkungen aus dem „Botanischen Garten“, der „Zoonomia“ und „Phytologia“ wird auch auf diesem Gebiete die mannigfachsten Analogien zwischen dem ältern und jüngern Darwin erkennen lassen.

Zunächst sei auf die zahlreichen Beispiele hingewiesen, die ERASMUS DARWIN für die Schutzmittel der Pflanzen gegen schädliche Einflüsse, Feinde und zudringliche Gäste anführt.

Die dichten Wollhaare mancher Pflanzen schützen diese gegen die Kälte, in ähnlicher Weise wie das Wollkleid die Tiere wärmt. Giftige Säfte, ätherische Öle, Stacheln, Dornen, Borsten und Brennhaare bewahren die Pflanzen vor dem Gefressenwerden durch Insekten und Vierfüßler. Die Stechpalmen sind in ihren untern Teilen mit dornigen Blättern bewaffnet und haben dann oben kahle Blätter, als wüßten sie, daß Pferde und Rindvieh ihre höhern Zweige nicht erreichen können. Auch werden die Insekten dadurch verhindert, zu den obern Blättern zu kriechen und diese als die zartern zu verheeren. Die Wasserbecken, die von den Blättern der Weberkarde gebildet werden, dienen nicht nur zur Ernährung der Pflanze in trockener Jahreszeit, sondern auch zum Schutz gegen

Insekten. Gegen die Blattläuse scheinen die Gewächse am wenigstengeschützt zu sein. Doch haben einige allmählich auch gegen diese Insekten Schutz erlangt, der, wenn nicht völlig ausreichend, doch die Beleidigungen dieser Tiere verringert. Dies ist sehr auffällig an den Zweigen und Kelchblättern der Moosrose und an den ungen Schößlingen und Blattstielen des Nußbaums. Beide sind mit dichtgestellten Härchen bedeckt, die in kugelige Knöpfchen enden und nicht allein die Blattläuse abhalten, sie in so großer Menge zu umgeben, sondern auch aus diesen Kugeldrüsen einen Saft absondern, der für die Angreifer unangenehm oder ekelhaft ist. Ebenso verhindern die Leimringe am Blütenstiel der Pechnelke das Hinaufkriechen von Insekten und hindern sie am Honigraub. Beim Fliegen-Aaronsstab werden die Fliegen, die durch den Fleischgeruch verlockt, ihre Eier in die Blüte legen wollen, durch vorstehende Haare am Entfliehen verhindert. Beim Hundekohl werden die honigsuchenden Insekten durch Zusammenschlagen der Antheren festgehalten. Beim Jelängerjelieber ist der Honig vor den Insekten dadurch geschützt, daß er sich am Grund einer langen Röhre befindet, den höchstens der Windigschwärmer mit seinem langen Rüssel erreichen kann. Auch beim Klee und Rittersporn ist der Honigsaft im Grunde gekrümmter Kanäle enthalten. Beim Eisenhut stehen die Nektarien wie zwei Hörner aufrecht und sind mit einer Klappe bedeckt, die einen bittern Stoff enthält, so daß kein Insekt sie durchdringen kann. Bei Apocynum androsaemifolium ist der Honigsaft durch die Kontraktilität der Blumenblätter geschützt. Dazu kommt noch, daß einige Blumen mehr Honigsaft absondern, als zu ihrem eigenen Bedürfnis nötig ist, daher sie von ihrem Überfluß den Insekten etwas abgeben können, wie z. B. der Buchweizen.

Auch die Einrichtungen der insektenfressenden Pflanzen zum Fang der Insekten hält Erasmus Darwin für Mittel, um den Honig gegen die Angriffe dieser Tiere zu schützen. Als Beispiele führt er den heimischen Sonnentau und die amerikanische Venusfliegenklappe an. Unter demselben Gesichtspunkt betrachtet er die Insektenähnlichkeit vieler Orchideenblüten. So glaubt er, daß die Ähnlichkeit der Blüte des Frauenschuhs mit einer Vogelspinne die Kolibris daran verhindert, den Honig zu plündern, und daß die Insektenähnlichkeit der Ophrysblüten in den Bienen oder Fliegen, die sie berauben wollen, die Meinung erweckt, die Blüten seien bereits besetzt. Dasselbe nimmt er für die persische Iris an, bei der das untere Blumenblatt wie ein in die Blüte kriechendes Insekt aussieht.



Alle diese Deutungen des ERASMUS erklären sich aus seiner Ansicht, daß die Blüten möglichst auf Selbstbefruchtung angewiesen seien und der Honig die Bedeutung eines Nahrungsmittels für die Geschlechtsorgane der Pflanzen habe. Den Nutzen der Insekten für die Kreuzbefruchtung der Blüten erkannte er noch nicht, und die schädlichen Wirkungen der Inzucht wurden ihm erst später klar.

ERASMUS DARWINS Erklärung der insektenähnlichen Orchideenblüten erinnert an das darwinistische Prinzip der Mimikry. Dieses wird von ihm auch bei seinen Spekulationen über den Schutz der Samen gegen Tierfraß verwertet. „Die Samenbehälter der vielgestaltigen Luzerne", sagt er, „gleichen bald Schneckenfühlern, bald nackten oder behaarten Raupen und sind dadurch wahrscheinlich vor Insektenangriffen geschützt. Die Samen der Ringelblume biegen sich wie eine haarige Raupe aufwärts und bleiben daher von Insekten und Vögeln unberührt." Außer der Mimikry erwähnt er noch andere sinnreiche Einrichtungen zum Schutz der unreifen Samen, so den wolligen Flaum der Rosensamen und die „Luftschiffe" der Bohnen.

Sehr bedeutungsvolle Anklänge an die darwinistischen Spekulationen der neuern Zeit finden wir ferner in den Bemerkungen des ERASMUS über den Schutz des Honigs und Pollens gegen Nässe und Kälte. Er erwähnt, daß die Spitzen der Staubblätter mit Wachs bedeckt sind, um den Blütenstaub gegen Regen und Tau zu schützen, daß bei den Glockenblumen die herabhängende Blütenhülle gleich einem Schirm die Antheren und Stigmen bedeckt, daß bei der amerikanischen Schlüsselblume die Blütenblätter so zurückgebogen sind, daß die Regen- und Tautropfen nicht herabgleiten und den Blütenstaub vorzeitig wegwaschen können, daß bei Kalmia jede Anthere in einer Nische der Blumenkrone geborgen und dadurch vor Kälte und Nässe geschützt ist, und daß die Winden ihre Blüten bei Regen und kaltem Wetter schließen, um Staubblätter und Griffel zu schützen.

Das letzte Beispiel zeigt, daß ERASMUS DARWIN auch das Bewegungsvermögen der Pflanzen und die darauf beruhenden Anpassungserscheinungen nicht außer acht gelassen hat. Er beschränkt sich jedoch nicht auf die Erwähnung dieses einen Falles, sondern widmet den Schlafbewegungen der Pflanzen sowie den Kletterpflanzen eingehende Erörterungen, wie wir noch näher sehen werden, wenn wir seine Ansichten über die Einheit des Tier- und Pflanzenreichs besprechen.

Auch den Schutzfärbungen der Tiere hat der Großvater DAR-



WINS seine Aufmerksamkeit zugewendet. Man glaubt, eine moderne darwinistische Abhandlung vor sich zu haben, wenn man in dem Lehrgedicht über den „Botanischen Garten“ die folgenden Sätze liest:

„Bei Insekten und vielen kleinern Tieren tragen ihre Farben dazu bei, sie vor den größern, denen sie zur Beute dienen, zu verbergen. Raupen, die auf Blättern weiden, sind allgemein grün, Erdwürmer erdfarben, Schmetterlinge, die Blumen besuchen, sind wie diese gefärbt, Vögel, die sich im Buschwerk aufhalten, haben grünliche Rücken gleich dem Laub und die Brust hell gefärbt wie der Himmel, wodurch sie für den Habicht weniger sichtbar werden, mag er nun über oder unter ihnen daherfliegen. Jene Vögel, die sich viel unter Blumen aufhalten, wie der Distelfink, sind mit lebhaften Farben geschmückt. Die Lerche und das Rebhuhn haben die Farbe der trockenen Vegetation oder der Erde, auf der sie sich aufhalten. Frösche wechseln ihre Farbe mit dem Schlamm der Gewässer, die sie besuchen, und die auf Bäumen lebenden sind grün. Fische, die im Wasser schwimmen, und Schwalben, die in der Luft schweben, tragen auf dem Rücken die Farbe des fernen Grundes und auf der Brust die des Himmels. In den kältern Zonen werden viele Tiere im Winter, so lange der Schnee liegt, weiß. Daraus erhellt klar, daß in den Farben der Tiere Absicht liegt.“

Später ist ERASMUS DARWIN in seiner „Zoonomia“ nochmals auf die sympathischen Färbungen zurückgekommen. Er erwähnt dort die Schlange, die wilde Katze und den Leoparden, die so gefärbt sind, daß sie dunklen Blättern mit hellern Zwischenräumen gleichen. Er bespricht ferner die Tatsache, daß die Farben der Vogeleier den Farben der benachbarten Gegenstände entsprechen, indem die Eier der Heckenvögel grünlich sind mit dunklen Flecken, die der Raben und Elstern, die von unten durch geflochtene Nester gesehen werden, weiß mit dunklen Flecken, die der Lerchen und Rebhühner rußfarbig oder braun wie ihre Nester oder der Grund, auf dem sie liegen.

ERASMUS DARWIN versucht hier auch eine physiologische Erklärung der sympathischen Färbungen zu geben, indem er eine Vermittlung durch das Auge annimmt. „Alle Tiere“, sagt er, „haben eine Neigung, so gefärbt zu werden, wie die Gegenstände, die sie am meisten ansehen, da die von der Netzhaut des Auges empfundene Farbe der Umgebung durch die Gefühlsnerven oder durch das Schleimnetz der Haut nachgeahmt werden kann. Durch die Einbildung der Mutter könnte dann ferner auch den Eierschalen,

die zuerst schleimige, mit Reizbarkeit versehene Membranen sind, die betreffende Farbe gegeben werden.“

Von Interesse sind endlich die Bemerkungen ERASMUS DARWINS über die Verbreitungsmittel der Früchte und Samen. Er erwähnt die Einrichtungen zur Verbreitung durch den Wind, durch Tiere, durch Ausschleudern und durch Wasserströmungen. Er spricht von den Haarkronen der Kompositenfrüchte, dem Leim der Mistel- und Klebkrautsamen, den Haken der Hundszungenfrüchte, dem Schleuderapparat des Sauerklees und Springkrauts, dem Bohrmechanismus des Alpenveilchens und den hygroskopischen Verbreitungsmitteln des Hafers, der Gerste und des Storchschnabels. Auch erwähnt er, daß die Samen des Weißdorns und einiger Gräser, sowie die Wachholderbeeren zuerst von den Tieren verschluckt und dann an einem andern Ort unverdaut wieder ausgeleert werden.

* * *

ERASMUS DARWIN hat also den Anpassungserscheinungen im Tier- und Pflanzenreich kaum ein geringeres Interesse entgegengebracht wie später sein Enkel. Dieses Interesse ist aber auch das einzige Moment, das beiden Forschern hier wirklich gemeinsam ist. Im übrigen sind ihre Gesichtspunkte und Auffassungen bei Beurteilung der Anpassungserscheinungen durchaus verschieden. Schon die Erklärung, die ERASMUS DARWIN von der Entstehung der tierischen Schutzfärbungen gibt, zeigt, daß er sie in ganz anderer Weise beurteilte als sein Enkel. Für diesen bietet das Selektionsprinzip den Schlüssel für das Verständnis aller tierischen und pflanzlichen Anpassungen, und es kommt ihm vor allem darauf an, zu zeigen, in welcher Weise bei einer deszendenztheoretischen Auffassung der Natur die zahllosen Fälle erklärt werden können, in denen Organismen aller Art ihrer Lebensweise angepaßt sind. ERASMUS dagegen betrachtet die Anpassungen ohne irgend welchen Zusammenhang mit seiner Deszendenzlehre und versucht, abgesehen von der rein physikalisch-physiologischen Erklärung, überhaupt nicht ihre Entstehung verständlich zu machen.

Dazu kommt, daß die Einrichtungen der Blüten und der insektenfressenden Pflanzen von ERASMUS in ganz anderer, ja teilweise entgegengesetzter Art gedeutet werden als von CHARLES DARWIN. Nach jenem befruchten die Blüten sich selbst und sollen vor Insektenbesuch geschützt werden, nach diesem perhorresziert die Natur beständige Selbstbefruchtung und hat die Blüten mit Mitteln zur Anlockung der Insekten ausgerüstet. Die von ERASMUS gegebene



Erklärung der Bienenähnlichkeit von Ophrys apifera verwirft CHARLES ausdrücklich, wobei er jedoch nicht seinen Großvater, sondern den Botaniker ROBERT BROWN als ihren Urheber anführt. „ROBERT BROWN", sagt er, „hatte die Idee, daß die Blüten den Bienen glichen, um deren Besuche abzuweisen, dies scheint mir jedoch äußerst unwahrscheinlich zu sein. Die Blüten gleichen keiner britischen Bienenart, und wahrscheinlich erhielt die Pflanze ihren Namen nur deshalb, weil das haarige Labellum dem Unterleib der Hummel etwas ähnlich ist. Wir sehen, wie phantastisch viele der Namen sind, eine Art wird die Eidechsen- und eine andere die Froschorchis genannt."

Ebenso große Gegensätze bestehen zwischen den beiden Darwins in bezug auf die Erklärung der insektenfressenden Pflanzen. Während ERASMUS in den Einrichtungen zum Insektenfang lediglich Schutzmittel des Honigs sieht, führt CHARLES den Nachweis, daß die Insekten gefangen werden, um der Pflanze als Nahrung zu dienen.

Schon diese gänzliche Verschiedenheit in der Auffassung der gleichartigen Naturerscheinungen macht es wenig wahrscheinlich, daß CHARLES von ERASMUS auf diesem Gebiete irgend welche Anregung erfahren hat. Dazu kommt, daß fast alle Ausführungen des ERASMUS über die Phänomene der Anpassung sich in dem „Botanischen Garten" und der „Phytologie" finden, die CHARLES anscheinend erst sehr spät kennen gelernt hat. Immerhin wäre eine Beeinflussung nicht ganz ausgeschlossen, wenn auch kein Beweis für sie erbracht werden könnte, wüßten wir nicht, daß die Anregungen von ganz anderer Seite erfolgten. DARWINS Autobiographie und Werke geben uns darüber sehr ausführliche und befriedigende Aufschlüsse.

Er erzählt uns, daß er während des Sommers 1839 in seinen Spekulationen über den Ursprung der Arten zu der Folgerung gekommen war, die Kreuzung spiele eine bedeutungsvolle Rolle bei dem Konstanterhalten spezifischer Formen und daß er dadurch darauf geführt wurde, die Kreuzbefruchtung der Blüten durch Hilfe von Insekten aufmerksam zu beobachten. Er habe dann dem Gegenstand während eines der darauf folgenden Sommer mehr oder weniger Aufmerksamkeit zugewendet und sein Interesse sei noch dadurch bedeutend erhöht worden, daß er im November 1841 SPRENGELS wunderbares Buch „Das entdeckte Geheimnis der Natur" gelesen habe.

Hier haben wir also den Ursprung seiner Untersuchungen über die Befruchtung der Blüten. Durch rein zufällige Beobachtungen



über Vererbung wurde er dann ferner darauf geführt, während des Verlaufs von 11 Jahren die zahlreichen Experimente anzustellen, die in seinem Werk über die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich mitgeteilt sind.

Eine zufällige Beobachtung war es auch, die ihn zu seinen Untersuchungen über insektenfressende Pflanzen führte. Als er im Sommer 1860 zur Erholung in der Nähe von Hartfield war, wo zwei Spezies von Drosera sehr häufig vorkommen, bemerkte er, daß zahlreiche Insekten von den Blättern gefangen worden waren. Er nahm einige Pflanzen mit nach Hause, und als er ihnen Insekten gab, sah er die Bewegungen der Tentakeln, und dies brachte ihn auf den Gedanken, daß wahrscheinlich die Insekten zu irgend einem speziellen Zweck gefangen würden. Es kam ihm dann die Probe in den Sinn, eine große Anzahl von Blättern in verschiedene stickstoffhaltige und nicht stickstoffhaltige Flüssigkeiten zu legen, und sobald er gefunden hatte, daß allein die erstern energische Bewegungen anregten, war ihm sofort klar, daß hier ein schönes neues Feld für weitere Untersuchungen vorliege. Bald nach deren Beginn, im September 1860, schrieb er an GRAY: „Ich fing die Arbeit über Drosera in bezug auf allmähliche Abstufung an, als auf Dionaea Licht werfend." Daraus geht hervor, daß die Untersuchungen über insektenfressende Pflanzen nicht weniger als die über die Befruchtung der Blüten von CHARLES DARWIN mit Rücksicht auf deszendenztheoretische Fragen in Angriff genommen wurden.

Dasselbe gilt von seinen Forschungen über die Bewegungen der Pflanzen. Nachdem er durch die Lektüre eines kurzen, 1858 erschienenen Aufsatzes von ASA GRAY darauf geführt worden war, die Arbeit über Kletterpflanzen aufzunehmen, schrieb er an diesen Botaniker: „Ich habe dem nicht widerstehen können, ein wenig mehr an Ihrem Patenkindchen, meinem Kletteraufsatz zu arbeiten. Das ist für mich eine neue Art von Arbeit gewesen, und ich habe mich gefreut, zu finden, was für ein famoser Führer beim Anstellen von Beobachtungen eine vollständige Überzeugung von der Umwandlung der Arten ist." In Übereinstimmung damit nennt er es im Vorwort zu seinem Buche über Kletterpflanzen eine interessante Tatsache, daß man intermediäre Zustände zwischen Organen, die ganz verschiedenen Funktionen angepaßt sind, an einer und derselben individuellen Pflanze von Corydalis claviculata und dem gemeinen Weinstock beobachten könne, Fälle, die in einer sehr auffallenden Art und Weise das Prinzip der allmählichen Entwick-



lung der Arten illustrierten. Und von dem Werk über das Bewegungsvermögen der Pflanzen sagt er in seiner Autobiographie: „Das Buch steht so ziemlich in der nämlichen Beziehung zu meiner kleinen Arbeit über kletternde Pflanzen wie die „Kreuzbefruchtung" zur „Befruchtung der Orchideen", denn in Übereinstimmung mit dem Grundsatz der Entwicklung war es unmöglich, die Entwicklung kletternder Pflanzen in so vielen ganz verschiedenen Pflanzengruppen zu erklären, wenn nicht alle Arten von Pflanzen irgend ein unbedeutendes Bewegungsvermögen einer analogen Form besitzen."

Noch inniger ist der Zusammenhang zwischen der deszendenztheoretischen Spekulation und der speziellen Forschung bei den Untersuchungen CHARLES DARWINS über die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Lediglich die für die Deszendenztheorie bestehende Schwierigkeit, die weite Verbreitung einer Art auf der Erdoberfläche zu erklären, veranlaßte ihn, diesem Gegenstand seine Aufmerksamkeit zu schenken, Experimente über die Verbreitung der Samen durch Fische und Vögel anzustellen und in den chorologischen Kapiteln der „Entstehung der Arten" die Mittel der Verbreitung eingehend zu erörtern. Eine Anregung durch ERASMUS DARWIN- der seine gleichartigen Untersuchungen nie in Beziehung zur Entwicklungslehre gebracht hat, war hier um so weniger nötig, als LYELL im dritten Band seiner „Prinzipien der Geologie", den DARWIN jedenfalls gründlicher studiert hatte als die Werke seines Großvaters, die Verbreitungsmittel der Organismen eingehend besprochen hatte und hierdurch seinen begeisterten Schüler auf die Behandlung dieses Themas geführt haben konnte, wenn man denn absolut einen solchen literarischen Einfluß annehmen will.

Was endlich das auch von ERASMUS DARWIN angedeutete Prinzip der Mimikry anbetrifft, so wurde es in neuerer Zeit nicht zuerst von DARWIN, sondern von dem Entomologen BATES aufgestellt. DARWIN übernahm es von diesem und nicht von seinem Großvater. So mannigfaltige Beziehungen also auch zwischen Großvater und Enkel mit Rücksicht auf die Anpassungserscheinungen bestehen mögen, von einer direkten Beeinflussung kann nirgends die Rede sein.

Der Instinkt

Ein weiteres biologisches Gebiet, das sowohl von ERASMUS als von CHARLES DARWIN in umfassender Weise bearbeitet wurde, ist das des Instinkts. Ein langes Kapitel des ersten Bandes der „Zoonomia" ist ihm ausschließlich gewidmet. ERASMUS DARWIN will darin beweisen, daß die sogenannten instinktiven Handlungen der



Tiere nicht auf einer Art göttlicher Inspiration beruhen, sondern auf Übung, Sinnestätigkeit, Überlegung, Erfahrung, Nachahmung und Tradition. Er ist sich allerdings bewußt, daß gewisse Fähigkeiten sofort nach der Geburt von den Tieren ausgeübt werden können, wie z. B. das Gehen von den Kälbern und Küchlein, aber er sieht hierin die Folge der bereits im Mutterleib stattgehabten Übung. Der Embryo dieser Tiere, argumentiert er, führt im Fruchtwasser Bewegungen aus, die den Schwimmbewegungen ähnlich sind. Das Schwimmen der Kälber und Küchlein ist aber ihrer Art zu gehen ähnlich, daher können sie bald nach der Geburt gehen. Das Schwimmen des Menschen gleicht dagegen dem des Frosches und ist von seiner Art zu gehen sehr verschieden, daher braucht er viele Monate, um das Gehen zu lernen. Auch das Hinunterschlucken der Nahrung soll der Fötus bereits vor der Geburt erlernen, indem er das Fruchtwasser hinabschluckt.

Vieles, was man dem blinden Instinkt zugeschrieben hat, beruht nach ERASMUS DARWIN auf den Sinnestätigkeiten. So werden die Tiere durch Geruch und Geschmack auf die ihnen angemessene Nahrung geleitet und wenden in reiferm Alter diese Sinne auch zur Befriedigung des Bedürfnisses der Liebe an. So zeichnen sich die Tiere mit gut entwickeltem Gefühlssinn, also besonders jene, die ihre Vorderglieder als Hände benutzen, durch besondern Scharfsinn aus. So hat der Affe eine Hand mit ziemlich feinem Gefühl, was zu der Leichtigkeit, mit der er nachahmt, beiträgt und ihn befähigt, Nüsse mit einem Stein aufzuschlagen, so wie die Menschen Maschinen zur Erlangung ihrer Zwecke anwenden. So macht auch der Biber sehr viel Gebrauch von seinen Händen und besitzt zugleich bewundernswürdigen Scharfsinn. So benehmen sich Katzen, Eichhörnchen, Tiger, Bären und Löwen, die ihre Vorderfüße in derselben Weise gebrauchen wie wir unsere Hände, beim Auflauern und Erhaschen ihrer Beute weit schlauer als andere Tiere. So scheinen auch alle Vögel, die ihre Klauen als Hände gebrauchen, wie Falken, Papageien und Kuckucke, besonders gelehrig und klug zu sein, abgesehen davon, daß Vögel, die sich herdenweise zusammenhalten, mehr erworbene Kenntnisse haben als einzeln lebende. So ist endlich der Elefant mit einem sehr feinen Gefühlssinn am Ende seines Rüssels begabt und hat sich daher bei weitem mehr genaue Ideen erworben als die meisten andern Tiere.

Manche dem blinden Instinkt zugeschriebene Kenntnisse der Tiere führt ERASMUS DARWIN auf sehr frühe Erlernung im individuellen Leben durch Nachahmung, Erfahrung oder Beobachtung

zurück, so z. B. die Furcht der Tiere vor dem Menschen. Daß diese keine übernatürliche Eingebung, sondern eine durch Erfahrung erworbene seelische Eigentümlichkeit ist, scheint ihm daraus hervorzugehen, daß die Tiere in Gegenden, wo sie keine Gelegenheit haben, den Menschen kennen zu lernen, auch keine Furcht vor ihm zeigen, wie die Füchse in Sibirien und die Vögel der Falklandsinseln.

Erasmus Darwin führt eine große Zahl von Beispielen für das Benehmen der Vögel gegenüber dem Menschen an, um zu zeigen, daß es den menschlichen Handlungen unter ähnlichen Umständen durchaus gleicht und daher auf denselben Prinzipien beruhen muß. Die Saatkrähen unterscheiden deutlich, daß die Gefahr größer ist, wenn ein Mensch mit einem Schießgewehr bewaffnet ist. Die Wacholderdrosseln halten eine Art Wache, um das Herannahen der Gefahr zu bemerken und anzukündigen. In den Wäldern am Senegal gibt es einen Vogel, der beim Anblick eines Menschen ein lautes Geschrei erhebt und rund um ihn herfliegt, als wenn er andere Vögel warnen wollte, die auch, sobald sie dieses Geschrei hören, davon fliegen. Die Regenpfeifer geben bei der Annäherung von Menschen und Hunden nicht nur den Lärmton, damit sich ihre Jungen verstecken, sondern fliegen und schreien um den Gegner herum und suchen ihn irre zu leiten, indem sie immer aufgeregter sich gebärden, je mehr sich der Feind von ihren Jungen entfernt.

Im weitern Verlauf des Kapitels über den Instinkt teilt Erasmus Darwin eine Fülle interessanter Tatsachen aus dem Leben der Säugetiere, Vögel, Fische, Spinnen, Insekten, Krebse und Würmer mit, um die vernunft- und erfahrungsmäßige Erwerbung der sogenannten Instinkte zu erweisen. Die wichtigsten dieser Tatsachen seien hier erwähnt.

Die Katzen waschen ihr Gesicht mit der Innenseite des Schenkels, die sie mit Speichel naß gemacht haben. Dies muß ursprünglich eine Wirkung von Vernunftschlüssen gewesen und später durch Nachahmung gelernt und angenommen worden sein. Ein Pferd, das an einem Körperteil, den es selbst nicht gut reiben kann, Jucken empfindet, geht zu einem andern Pferd und beißt es sanft in den Teil, den es gern gebissen haben will, worauf ihm dieser Liebesdienst von seinem Kameraden geleistet wird. Erasmus Darwin sah, wie ein Füllen seine Mutter in dieser Weise biß, und da diese gerade Gras im Maul hatte, so berührte sie nur mit ihrer Nase des Füllens Nacken, was beweist, daß sie die Absicht ihres Kindes erkannte und nicht durch einen notwendigen Instinkt be-

herrscht war, zu beißen, wo sie gebissen wurde. In den weiten Moorländereien von Staffordshire vermögen die Pferde den Stachelginster zu fressen, indem sie ihn mit einem Vorderfuß so lange stampfen bis die Stacheln gebrochen sind. In den fruchtbaren Gegenden aber sind die Pferde nicht dazu imstande und stacheln ihre Mäuler blutig, wenn sie durch Hunger oder Eigensinn verleitet werden Ginster zu fressen. Schweine haben gelernt, Stroh im Maul zusammenzutragen, um sich ein Nest zu machen als Schutz gegen Kälte und ihr Lager nie zu verunreinigen, wenn sie mit ihren Exkrementen sonst wohin wissen. Hunde, deren natürliche Beute Schafe sind, werden durch Menschen gelehrt, sie zu bewachen, Vögel und andere Tiere zu jagen, Fische zu fangen und Trüffeln zu suchen. Pelikane schwimmen in Herden und bilden einen weiten Kreis, den sie zusammenziehen, indem sie die Fische mit ihren Schenkeln vor sich hertreiben, wodurch es ihnen möglich ist, eine große Zahl von Fischen mit geringer Mühe zu erbeuten.

Auch im Wandertrieb der Vögel sieht ERASMUS DARWIN eine durch Erfahrung und Überlegung erworbene Fähigkeit. Er vermutet, daß die Wanderungen zuerst von den kühnsten der Art zufällig unternommen und nachher, wie die Entdeckungen der Schiffahrt bei den Menschen, durch Tradition gelernt wurden. Die Wanderungen scheinen ihm keine notwendige Einrichtung zu sein, indem sie ebensogut durch einen Winterschlaf ersetzt werden könnten. Denn Schwalben, die zu spät im Herbst ausgebrütet sind, so daß sie noch nicht fliegen können, oder durch Krankheit zurückgehalten werden, trifft man sehr oft in Felsenhöhlen in erstarrtem Zustand an. Die Vögel sind auf ihren Wanderungen denselben Fährlichkeiten ausgesetzt wie die Menschen auf ihren Schiffahrten, und man könnte mit gleichem Recht behaupten, die Schiffahrten des Menschen seien Folgen eines blinden Triebes. Dieselben Vogelarten wandern aus einigen Ländern aus, aus andern dagegen nicht. So halten sich die Schwalben zu Gorree und in Lybien das ganze Jahr hindurch auf. In England wandern einige Wachteln aus, andere ziehen sich aber nur aus den innern Teilen der Insel nach der Seeküste hin. Einige Ringeltauben und Staare brüten in England, andere ziehen weg. In Schweden zieht der weibliche Buchfink im September fort, während der männliche zurückbleibt, in England sind beide Geschlechter bleibende Vögel. Aus alledem geht für ERASMUS DARWIN hervor, daß die Wanderungen der Vögel nicht durch einen notwendigen Instinkt hervorgebracht werden, sondern wie die Künste der Menschen zufällige Verbesserungen

sind, die sie von ihren Zeitgenossen gelernt oder durch Tradition von vorhergehenden Generationen erhalten haben.

Von dem gleichen Gesichtspunkt aus betrachtet er die Fähigkeit der Vögel, die geeignetste Jahreszeit zum Eierlegen zu wählen. Die wilden Vögel legen ihre Eier im Frühling. Dass dies aber kein blinder Instinkt ist, ergibt sich für ERASMUS daraus, daß die Hausvögel, die jederzeit Nahrung und Schutz finden, ihre Eier das ganze Jahr hindurch legen. Ebenso sieht er in der Eheverbindung der Vögel keinen blinden Instinkt, sondern eine Folge wechselseitiger Leidenschaft und der erworbenen Kenntnis, daß vereinte Arbeit notwendig ist, um für die zahlreiche Familie Unterhalt zu verschaffen.

Nicht weniger als die Wander- und Fortpflanzungstriebe betrachtet ERASMUS DARWIN die Kunsttriebe der Vögel als durch Übung und Erfahrung erworbene Fertigkeiten. Die Vögel sollen die Kunst des Nesterbauens durch die Beobachtung der Nester erlernt haben, in denen sie groß gezogen wurden. ERASMUS weist darauf hin, daß die Lage passend gewählt wird in bezug auf Schutz vor den Feinden und der Witterung, und die Farbe so, daß die Nester sich wenig von der Umgebung abheben. Auch betont er, daß die Nester derselben Vogelart nicht immer von demselben Material und derselben Form sind und führt dafür zahlreiche, teils von ihm selbst, teils von andern beobachtete Beispiele an. So baut der Sperling sein Nest gewöhnlich unter die Ziegel der Häuser und die Strohdächer der Scheunen. Wenn er jedoch eine solche geschützte Lage nicht findet, so baut er ein oben bedecktes Nest mit einer Öffnung an der Seite. Die Dohle baut gewöhnlich in Kirchtürme oder unter die Dächer hoher Häuser, in Selborne aber, wo Kirchtürme nicht zahlreich sind, bauten sie in verlassene Kaninchenhöhlen. Oft werden von den Vögeln Materialien zum Nestbau verwendet, die sich in der Natur nicht finden, z. B. wollenes Zeug. Kanarienvögel und Finken machen in Gefangenschaft ihr Nest von irgend einer biegsamen Materie, die man ihnen gibt. Die vom Menschen aufgezogenen Vögel sind ungeschickt im Nestbau, weil sie wenig Gemeinschaft mit andern ihrer Art haben. In Indien wenden die Vögel mehr Kunst an, ihre Nester zu bauen, als bei uns, mit Rücksicht auf die Affen und Schlangen, wofür ERASMUS den Schneidervogel als Beispiel anführt. Der Kuckuck baut bald ein Nest, bald legt er seine Eier in die Nester anderer Vögel.

Wenden wir uns von den Vögeln zu den Fischen, so weiß uns auch hier ERASMUS DARWIN über geistige Fähigkeiten zu



berichten. Manche Fische, wie die Heringe, Kabeljaue und Schellfische, unternehmen regelmäßige Wanderungen gleich den Zugvögeln. Haifische machen eine Linie oder einen Halbkreis, um einen Zug Kabeljaue oder Schellfische einzuschließen. Der Schildfisch, der sich an einem Fahrzeug festgeheftet hat, um seinen Stand zu verändern, verläßt seinen Platz nicht, wenn man ihm ein Stückchen Schweinefleisch hinwirft, weil er fürchtet, dadurch seine Gelegenheitsfähre zu verlieren, während er zu andern Zeiten leicht mit der Angel zu fangen ist.

Weit vielseitigere geistige Fähigkeiten als bei den Fischen findet ERASMUS DARWIN bei den Spinnen und Insekten. Im Bau der Spinnennetze erkennt er vernünftige Absicht, indem die Form der Netze ihrer Lage angemessen ist, die Linien, die es nötig haben, stärker ausgebildet und die Fäden an andere Gegenstände mit derselben individuellen Kunst befestigt werden, deren sich die Menschen bedienen, um ihre Masten zu befestigen und die Segel auszuspannen. Ebenso vergleicht ERASMUS das Betragen der Ameisen beim Bebrüten der Eier mit der Ausübung einer menschlichen Kunst. Sie lagern die Eier je nach der Wärme und Feuchtigkeit in verschiedener Weise. Wäre uns die Geschichte der gesellig lebenden Insekten, der Ameisen, Bienen und Wespen, bekannt, so würden wir finden, daß ihre Künste ebenso allmählich durch Erfahrung und Überlieferung erworben worden sind wie unsere eigenen Künste. Daß das Honigmachen der Bienen eine erworbene Fähigkeit ist, scheint daraus hervorzugehen, daß die nach Barbados gebrachten Bienen nach dem ersten Jahr aufhören, Honig zu bereiten, weil sie es nicht mehr für nützlich erachten.

In diesem Zusammenhang weist ERASMUS DARWIN darauf hin, daß die entwickelten Insekten vielfach andere Nahrung zu sich nehmen als ihre Larven. Die Bienenmaden leben vom Bienenbrot und nicht vom Honig, die Raupen leben von Pflanzenblättern und nicht von Blütensäften wie die Schmetterlinge, die Maden der größern Fliegen leben von Fleisch. „Was", fragt ERASMUS, „bewegt die Biene, die vom Honig lebt, diesen vegetabilischen Staub für ihre Jungen aufzubewahren? Was bewegt den Schmetterling, seine Eier auf Blätter zu legen, da er selbst Honig frißt? Was bewegt die andern Fliegen, für ihre Jungen eine Nahrung zu suchen, die sie selbst nicht verzehren? Wenn das nicht Ableitungen von ihren vorhergegangenen Erfahrungen oder Beobachtungen sind, so lassen sich auch alle Handlungen des Menschen in Instinkt auflösen."

Um den Scharfsinn einer Wespe zu beweisen, erzählt ERASMUS folgende von ihm gemachte Beobachtung: „Eine Wespe hatte an einem mit Sand bestreuten Spaziergang eine Fliege gefangen, die beinahe so groß wie sie selbst war; indem ich mich niederkniete, beobachtete ich, daß sie den Kopf und den Schwanz von dem Teil des Körpers trennte, an dem die Flügel befestigt sind. Dann nahm sie diesen Teil des Körpers zwischen ihre Pfoten und erhob sich mit ihm etwa zwei Fuß hoch über die Erde; ein sanftes Lüftchen faßte die Flügel der Fliege und kehrte die Wespe rund in der Luft um, sie setzte sich mit ihrer Beute wieder auf den Sand. Ich sah nun deutlich, daß sie mit dem Maule erst den einen Flügel abbiß und dann den andern und nun vom Wind ungestört mit ihrer Beute davonflog."

Aber nicht nur den geistig hochstehenden, gesellig lebenden Insekten, sondern auch den niedern Wasserinsekten und deren Larven schreibt ERASMUS DARWIN intellektuelle Fähigkeiten zu. Die Larven der Wasserjungfern machen sich Gehäuse aus Stroh, Sand und Muscheln und richten sie so ein, daß sie mit dem Wasser beinahe im Gleichgewicht sind; wenn sie zu schwer sind, fügen sie noch ein Stückchen Stroh oder Holz an, wenn zu leicht, ein Stückchen Stein.

Einige Bemerkungen des ERASMUS über die Gewohnheiten der Krebse und Würmer mögen diese Übersicht seines reichen Tatsachenmaterials beschließen. Wenn eine Krabbe ihre Schale abgeworfen hat, so hält eine andere bei ihr Wache, damit die Seeinsekten das nur von weicher Haut umhüllte Tier nicht verletzen. Einsiedlerkrebse bedecken ihren weichen Hinterleib mit Schneckenschalen. Regenwürmer verstopfen ihre Löcher mit Blättern und Stroh, um sich gegen Kälte und die Angriffe der Tausendfüßer zu schützen.

Auch dafür, daß der Instinkt nicht unfehlbar ist, führt ERASMUS DARWIN Beispiele an. Die Raben an der nördlichen Küste Irlands lassen die Muscheln aus größerer Höhe auf den Felsen herabfallen, so daß die Schale zerbricht und der Rabe den Inhalt verzehren kann. „Als ANAXAGORAS", schreibt ERASMUS, „am Ufer wandelte, um Muscheln zu sammeln, hielt ein Rabe seinen kahlen Kopf für einen Stein, ließ eine Auster darauf fallen und tötete so einen Philosophen und eine Auster zugleich." Hunde und Katzen haben voneinander gelernt, das Hundegras zu fressen, wenn sie krank sind, um sich Erbrechen zu erregen. ERASMUS DARWIN beobachtete, wie eine Katze ein Gerstenblatt mit diesem Grase verwechselte.

Hunde und Katzen haben ferner die Gewohnheit, ihren Kot und Urin zu vergraben. ERASMUS DARWIN sah, wie eine junge Katze etwas Wasser, das auf dem Herd verschüttet worden war, mit Asche bedeckte. Insekten fliegen in künstliches Licht, weil sie es für Tageslicht halten, und die Fleischfliegen legen, durch den Geruch verlockt, ihre Eier an die Aasblume, wo dann die ausschlüpfenden Jungen verhungern müssen. Alle diese mißverständlichen Anwendungen dessen, was man Instinkt nennt, sind nach ERASMUS DARWIN Beweise dafür, daß es sich um erworbene Kenntnisse und Gewohnheiten handelt.

* * *

Wenden wir uns nun von den Spekulationen des ältern Darwin über den Instinkt zu denen des Enkels über denselben Gegenstand, so kommt hier als Quelle neben dem achten Kapitel der „Entstehung der Arten" vor allem eine längere Abhandlung über den Instinkt in Betracht, die ursprünglich in die „Entstehung der Arten" aufgenommen werden sollte, dann aber wegen Raummangels unterdrückt wurde. Sie erschien zuerst als Anhang des Werkes von ROMANES über die geistige Entwicklung im Tierreich und wurde später auch in die von KRAUSE herausgegebenen „Gesammelten kleinern Schriften" DARWINS aufgenommen. Wichtig sind ferner eine Anzahl fragmentarischer Bemerkungen DARWINS über den Instinkt, die ROMANES in den Text seines eben erwähnten Werkes aufgenommen und KRAUSE später noch einmal in systematischer Reihenfolge in den gesammelten kleinern Schriften zusammengestellt hat. In diesem Werk finden wir dann noch eine Anzahl auf unser Thema bezügliche Aufsätze, die größtenteils zuerst in der „Nature" erschienen sind und das Wahrnehmungsvermögen bei niedern Tieren, die Vererbung des Instinkts, den Ursprung gewisser Instinkte, die Zerstörung von Primeln durch Vögel, die parasitischen Gewohnheiten von Molothrus, die Wege der Hummelmännchen und die Gewohnheiten der Ameisen behandeln.

In allen diesen Arbeiten bringt CHARLES DARWIN gleich seinem Großvater eine Fülle von Einzelbeispielen aus dem geistigen Leben der Tiere, die er von allgemeinen Gesichtspunkten aus zu beleuchten versucht. Wie bei ERASMUS DARWIN finden wir Erörterungen über die Furcht der Tiere vor dem Menschen, den Wandertrieb und die Nestbaukunst der Vögel und über die Kunsttriebe der gesellig lebenden Insekten.



Die Zahmheit der Tiere auf von Menschen wenig besuchten Inseln wird von CHARLES nicht weniger wie von ERASMUS als Beweis für die Erwerbung der tierischen Scheu vor dem Menschen angeführt. Beiden gemeinsam ist das Beispiel von der Zahmheit der Vögel auf den Falklandsinseln; CHARLES fügt noch zahlreiche weitere Fälle von den Galapagos, Kapverden und Providenceinseln, von St. Pierre, Mauritius, Bourbon und Tristan d'Acunha hinzu.

Die Variabilität des Wandertriebs der Vögel wird von CHARLES in ähnlicher Weise erörtert wie von seinem Großvater. „Ein und dieselbe Art", sagt er, „wandert oft in dem einen Land, während sie in einem andern stationär ist; ja sogar in demselben Gebiet können die Individuen einer Art zum Teil Zugvögel, zum Teil Standvögel sein." Als Beispiel führt er die Wachtel an, die in Südafrika wandert, auf dem benachbarten Robin-Island dagegen nicht, und die in Irland erst neuerdings angefangen hat in größerer Zahl zu bleiben, um dort zu brüten.

Nicht weniger groß ist die Übereinstimmung zwischen Großvater und Enkel bezüglich der Erörterungen über die Variabilität der Nestbaukunst der Vögel. Beide führen hier den Sperling als Beispiel an. CHARLES sagt von ihm, daß er bald in Mauerlöchern, bald auf hohen Bäumen im Gezweig, bald im Efeu, bald unter den Nestern von Krähen, bald in den von Uferschwalben gegrabenen Gängen nistet, häufig auch vom Nest einer Hausschwalbe Besitz ergreift, wie auch die Form des Nestes außerordentlich je nach seinem Platze wechselt. Ferner erwähnt er die Elster, die unter gewöhnlichen Umständen ein ziemlich auffälliges, aber sehr regelmäßiges Nest baut, in Norwegen aber vielfach in Kirchen oder in Ausgüssen unter den Dachrinnen der Häuser nistet. Der Reiher, Schneidervogel und Distelfink, das Rotkehlchen, die Schwalben und der Buchfink werden ebenfalls als Beispiele für die Variabilität des Nestbauinstinkts genannt. Auch weist CHARLES darauf hin, daß das Nest in manchen Fällen Verschiedenheiten zeigt, wenn der Verbreitungsbezirk der Art in ein Land mit abweichendem Klima hinüberreicht und daß Angehörige derselben Vogelart die Fähigkeit zum Nestbau in sehr verschiedenem Grad der Vollkommenheit besitzen, indem die Nester einzelner Individuen in einer Weise ausgeführt sind, die das Durchschnittsmaß der Art weit hinter sich läßt.

Endlich führt CHARLES DARWIN auch zahlreiche Beispiele für die Veränderlichkeit der Gewohnheiten von Insekten und Spinnen an. Er spricht von einer Mauerbiene (Megachile maritima), die in

der Nähe der Küste Gänge in den Sandbänken macht, während sie in bewaldeten Gegenden Löcher in hölzerne Pfosten bohrt, von Ameisen der Gattung Formica, die ihre Puppen gelegentlich nicht in Kokons einhüllen, und von einer Spinne, die, da sie infolge Verkrüppelung kein Gewebe mehr verfertigen konnte, zur Jagd überging.

Eine weitere Reihe von Beispielen, die CHARLES DARWIN erwähnt, betrifft die Irrtümer des Instinkts; wiederum ein Thema, in dessen Behandlung ERASMUS DARWIN ihm vorausgegangen war. „So merkwürdig und wunderbar die meisten Instinkte sind", sagt CHARLES, „so dürfen sie doch nicht für absolut vollkommen gehalten werden." Und zum Beweis dieser Behauptung erinnert er gleich seinem Großvater an die Fliegen, die häufig ihre Eier auf Dinge legen, die nicht zur Ernährung ihrer Larven geeignet sind. Ferner erwähnt er, daß Spinnen, denen man ihren Eikokon geraubt hat, statt dessen ein Baumwollkügelchen ergreifen, daß der Kuckuck manchmal zwei Eier in dasselbe Nest legt, was später die Verdrängung des einen der beiden jungen Vögel zur Folge hat, daß einige Hausschwalben in Selborne Jahr für Jahr ihre Nester an einer den Regengüssen ausgesetzten Mauer bauten, wo sie regelmäßig heruntergewaschen wurden, und daß Füchse und andere Raubtiere oft weit mehr Beutetiere töten, als sie verzehren und fortschleppen können. Die große Zahl der verirrten Schwalben, die von den Schiffen häufig auf dem Atlantischen Ozean angetroffen werden, beweist ihm die Fehlbarkeit des Vermögens der wandernden Tiere, ihren Kurs einzuhalten, wie denn auch der wandernde Lachs beim Aufsteigen oft seinen heimischen Fluß verfehlt.

Nach allem diesen scheint eine weitgehende Übereinstimmung in der Behandlung des Instinktproblems bei CHARLES und ERASMUS DARWIN zu bestehen. Bei näherer Vergleichung zeigt sich jedoch, daß dem Gemeinsamen wesentliche Verschiedenheiten der Gesichtspunkte und der Auffassung gegenüberstehen. Vor allem haben beide Forscher durchaus abweichende Vorstellungen über das Wesen des Instinkts. Nach ERASMUS DARWIN sind alle geistigen Tätigkeiten, die man unter diesem Begriff zusammenfaßt und einem blinden eingeborenen Trieb zuschreibt, intellektueller Natur, indem sie durch Erfahrung, Überlegung und Nachahmung im individuellen Leben, sei es nun vor oder nach der Geburt erworben und erlernt wurden. So lernen die Vögel ihr Nest bauen durch die Beobachtung des Nestes, in dem sie erzogen wurden, so lernt jedes einzelne Tier auf Grund seiner individuellen Erfahrung einen Menschen



oder andern Feind fürchten. In drastischer Weise wird uns diese Auffassung des ERASMUS durch eine kleine Geschichte illustriert, die seine Biographin Miß SEWARD erzählt und die uns BUTLER in seinem Buch „Evolution, old and new“ überliefert hat.

ERASMUS DARWIN hatte sein Kapitel über den Instinkt einer Dame vorgelesen, die Kanarienvögel aufzog. Sie zeigte ihm darauf ein Pärchen, das sein Nest baute, und bemerkte, daß es in demselben Käfig ausgebrütet und aufgezogen worden sei und noch nicht existierte, als die moosige Wiege fabriziert wurde, in der es das Licht der Welt erblickte. Und ganz vernünftig fragte sie ihn, wie er nach seinem Prinzip der Nachahmung erklären könnte, daß das Nest, das er bauen sah, in jedem Haar und Wollenlappen genau nach dem Modell dessen eingerichtet sei, in dem das Paar geboren wurde und nach dem jedes andere Kanarienvogelnest gebaut sei, wenn die geeigneten Materialien geliefert würden. „Zerreiße eins dieser Nester in Stücke“, sagte sie, „um den Vögeln das Material zu liefern, und stelle ihnen ein anderes Nest als Modell hin, und sieh, ob sie den leisesten Versuch machen werden, ihr Vorbild nachzuahmen. Nein, das Resultat ihrer Arbeit wird infolge instinktiven Antriebs genau die liederliche kleine Wohnung ihrer Rasse sein, dieselbe, die ihre Eltern bauten, ehe sie ausgebrütet waren.“ „Der Dichter“, fügt Miß SEWARD hinzu, „konnte das Gewicht dieser einzelnen Tatsache nicht wegschaffen, mit der sein System unvereinbar war, aber er hielt das System mit philosophischem Trotz aufrecht, obgleich die Erfahrung es aus tausend Quellen widerlegte.“

Aus dieser Erzählung geht nicht weniger wie aus dem ganzen Kapitel über den Instinkt hervor, daß ERASMUS DARWIN überhaupt von dem Vorhandensein eines eigentlichen Instinktes nichts wissen will. Da er alle geistigen Tätigkeiten der Tiere auf bewußte intellektuelle Fähigkeiten zurückführt, so kann nach seiner Auffassung von einem Instinkt nicht gesprochen werden. Denn, um mit ROMANES, dem Psychologen des Darwinismus, zu reden, muß eine geistige Tätigkeit, wenn sie überhaupt ein Instinkt ist, in vollkommener Weise unabhängig von der individuellen Erfahrung des Tieres ausgeübt werden können. Erfordert der Instinkt noch eine gewisse Intelligenz, um in Wirksamkeit zu treten, so ist er als unvollkommen und in der Ausbildung begriffen anzusehen. Dieser Auffassung huldigt auch CHARLES DARWIN. Er will zwar keine eigentliche Definition des Instinkts geben, kommt aber doch einer solchen sehr nahe, wenn er schreibt: „Wird eine Tätigkeit, zu deren Darstellung wir selbst Erfahrung brauchen, durch ein Tier



vollbracht, besonders durch ein junges Tier, ganz ohne Erfahrung, und wird sie von vielen Einzelwesen vollbracht, ohne daß sie deren Zweck kennen, so wird gewöhnlich gesagt, sie erfolge instinktiv." Während nun ERASMUS DARWIN die Möglichkeit solcher Tätigkeiten überhaupt leugnet, schreibt CHARLES DARWIN ihnen eine hohe Bedeutung zu. Denn seine Schriften sind reich an Beispielen für Handlungen bei Tieren, die gänzlich unabhängig von Erfahrung, Beispiel und Nachahmung erfolgen.

„Obgleich nicht zu bezweifeln ist", sagt er, „daß die Furcht vor dem Menschen in längst bewohnten Gegenden zum Teil immer von neuem erworben wird, so ist sie doch sicherlich zugleich auch instinktiv, denn die noch im Nest sitzenden jungen Vögel erschrecken allgemein beim ersten Anblick des Menschen. Unmöglich kann jede einzelne junge Elster und Krähe in England vom Menschen erschreckt worden sein, und doch fürchten sie ihn sämtlich aufs äußerste." Man kann nicht annehmen, meint er ferner, daß ein junger Vorstehhund weiß, warum er steht, so wenig, wie ein Schmetterling weiß, wozu er seine Eier an die Kohlpflanze legt. Ebenso findet er es kaum zweifelhaft, daß die Angriffsweise des englischen Bullenbeißers, das Apportieren der Hunde und die Neigung der Schäferhunde, die Herde zu umkreisen, instinktive Tätigkeiten sind, indem sie ohne Erfahrung und ohne das Ziel zu kennen, von den Jungen ausgeübt werden. Als Beispiel für einen besondern individuellen Instinkt bei einem Hunde führt er die Gewohnheit eines weiblichen Rattenpinschers an, der beim Bitten seine Pfoten in ganz ungewöhnlicher Weise rasch hin- und herbewegte und dessen Junges, als es ausgewachsen war, dieselbe eigentümliche Bewegung in ganz derselben Weise ausführte, obgleich es niemals seine Mutter bitten gesehen hatte.

Und wie bei Hunden, so findet DARWIN auch bei Katzen, Vögeln und Insekten unzweifelhafte Instinkte. Er fordert dazu auf, einmal eine Maus einem schon frühe von seiner Mutter genommenen Kätzchen zu geben, das niemals eine Maus gesehen hat, und dann zu beobachten, wie bald es mit gesträubtem Haar und in einer Weise knurrt, die von der, wenn es spielt oder wenn man ihm sein gewöhnliches Futter reicht, ganz verschieden ist. Er zog junge Tümmlertauben, die nie vorher einen Tümmler gesehen hatten, auf, ließ sie fliegen und fand, daß sie nach wenigen Versuchen in der Luft purzelten. Er ließ einige Hühnchen ohne Henne ausbrüten und sah sie im Alter von vier Stunden laufen und herumhüpfen, piepen und scharren und sich zusammenducken wie unter



einer Henne, alles Handlungen von ausgeprägtestem Instinkt. Die allgemeine Übereinstimmung der Nester jeder einzelnen Vogelart zeigt ihm deutlich, daß selbst unbedeutende Einzelheiten, wie das dazu verwendete Material oder die dafür gewählte Stelle auf einem hohen oder niedrigen Ast, am Ufer oder auf ebenem Boden, vereinzelt oder mit andern zusammen, nicht auf Zufall noch auf verständiger Überlegung, sondern auf Instinkt beruhen. Auch erwähnt er einen zahmen Dompfaffen, der ihm gegebene Primeln in derselben Weise abbiß, wie DARWIN es von wilden Vögeln beobachtet hatt Und endlich verweist er auf die Ameisen, die den Blattläusen durch Streicheln ihre Exkremente entlocken. Seine Versuche zeigten ihm, daß selbst die ganz jungen Ameisen sich auf diese Weise benahmen und damit bewiesen, daß es eine instinktive Tätigkeit und nicht das Resultat der Erfahrung ist.

Aus allen diesen Beispielen geht hervor, daß CHARLES DARWIN im Gegensatz zu ERASMUS einen wirklichen Instinkt anerkennt, der unabhängig von der individuellen Erfahrung der Tiere ist. Jedoch nähert er sich der Auffassung seines Großvaters bis zu einem gewissen Grade darin, daß er eine Beeinflussung des Instinkts durch die intelligente Geistestätigkeit zugibt. „Eine kleine Dosis Urteilskraft oder Verstand", sagt er, „kommt oft dabei ins Spiel, selbst bei Tieren, die auf der Stufenleiter der Natur sehr tief stehen." Und in einem Briefe DARWINS an I. H. FABRE, den Verfasser der „Souvenirs entomologiques", lesen wir mit Bezug auf die bereits mitgeteilte Beobachtung ERASMUS DARWINS über eine Wespe, die einer fortzutragenden Fliege die Flügel abgebissen hatte: „Ich bezweifle nicht, daß Sie recht haben, wenn Sie sagen, daß die Flügel meistens instinktiv abgeschnitten werden; aber in dem von meinem Großvater beschriebenen Fall erhob sich die Wespe, nachdem sie die beiden Enden des Körpers abgeschnitten hatte, in die Luft und wurde vom Winde herumgedreht; sie ließ sich dann nieder und schnitt die Flügel ab. Ich muß glauben, daß die Insekten ‚une petite dose de raison' haben."

Bei Hunden findet DARWIN es schwierig, zu bestimmen, wieviel sie durch Erfahrung und Nachahmung zu erlernen vermögen. Er glaubt, daß die Hunde auf den Falklandsinseln die beste Art und Weise des Angriffs auf verwildertes Vieh voneinander lernen. Er erwähnt ferner eine Katze, die von einem Hunde den medizinischen Gebrauch von Agrostis canina lernte, und erinnert daran, daß die Lämmer, die ohne ihre Mutter ausgeführt werden, leicht in den Fall kommen, giftige Kräuter zu fressen. Auch führt er die

Veränderungen im Bauinstinkt der Vögel und andere Instinktabweichungen auf den Einfluß der Verstandestätigkeit zurück und betont, daß Nachahmung den Instinkt der Tümmlertauben unterstützt, indem es höchst vorteilhaft ist, junge Vögel mit erprobten Alten zusammen fliegen zu lassen. Und endlich schreibt er in bezug auf Hühner: „Man könnte denken, daß die Art und Weise wie Hühner trinken, indem sie ihren Schnabel vollfüllen, den Kopf in die Höhe heben und das Wasser dann vermöge seiner Schwere hinuntergleiten lassen, ganz besonders vom Instinkt gelehrt worden sei. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn bei Hühnchen einer von selbst ausgekommenen Brut muß man gewöhnlich den Schnabel in einen Trog drücken, während bei Gegenwart etwas älterer Hühner, die das Trinken bereits erlernt haben, die jüngern deren Bewegungen nachahmen und so die Kunst sich aneignen."

Ein Mitwirken der Intelligenz bei den instinktiven Handlungen der Tiere leugnet CHARLES DARWIN also keineswegs, aber er ist weit davon entfernt, gleich seinem Großvater die instinktiven Tätigkeiten in intelligente aufzulösen. Der Instinkt als solcher ist ihm etwas Unintelligentes, Unbewußtes, Triebhaftes, das allerdings durch bewußte und intelligente Geistestätigkeit unterstützt und abgeändert werden kann, ja sogar — und damit gelangen wir zu einem neuen wichtigen Gesichtspunkt — ursprünglich einmal eine intelligente bewußte Tätigkeit gewesen sein kann.

Gemäß seinen allgemeinen entwicklungstheoretischen Überzeugungen muß CHARLES DARWIN jeden Instinkt gleich jeder körperlichen Eigentümlichkeit als etwas allmählich Gewordenes auffassen. Die zunächstliegende Annahme ist hier die, daß Handlungen, die ursprünglich intelligent und bewußt waren, durch häufige Wiederholung und Vererbung im Laufe der Generationen zu mechanischen und unbewußten Handlungen, d. h. zu Instinkten, werden. Was beim Individuum zur Gewohnheit wird, das wird bei der Art zum Instinkt, oder anders ausgedrückt: der Instinkt ist eine vererbte Gewohnheit. In der Tat glaubt CHARLES DARWIN mancherlei Beziehungen zwischen Gewohnheit und Instinkt nachweisen zu können, z. B. insofern, als der Instinkt eine große Macht erlangt, wenn er auch nur ein- oder zweimal kurze Zeit hindurch ausgeübt wird. Zum Beweise dafür erwähnt er die von ERASMUS DARWIN angeführte Tatsache, daß ein Kalb oder ein Rind viel leichter mit der Flasche aufzuziehen ist, wenn es niemals an seiner Mutter gesogen hat, als wenn es auch nur ein einziges Mal angelegt war.

Auf Grund dieser Ähnlichkeiten zwischen Gewohnheit und

Instinkt nimmt CHARLES DARWIN an, daß viele instinktive Gefühle ursprünglich Gewohnheiten, d. h. intellektuelle Anpassungen waren, die dann von Generation zu Generation sich vererbten. In dieser Weise erklärt er die instinktive Furcht der Tiere vor dem Menschen, den Verlust der Furcht junger Küchlein vor Hunden und Katzen, die Zahmheit der Hauskaninchen und den Instinkt der Raubwespen, ihre Beute zu lähmen. „Bienen", schreibt er in einem Brief an ROMANES, „legen soviel Intelligenz in ihren Handlungen an den Tag, daß es mir nicht unwahrscheinlich vorkommt, daß die Vorfahren von Pompilus ursprünglich Raupen und Spinnen etc. irgendwo an ihrem Körper angestochen und dann, vermöge ihrer Intelligenz, beobachtet hätten, daß, wenn sie sie an einer bestimmten Stelle anstachen, wie z. B. zwischen den Segmenten der hintern Seite, ihre Beute sofort gelähmt war. Mir scheint es durchaus nicht unglaublich, daß diese Handlung sodann instinktiv, d. h. durch das Gedächtnis von einer Generation zur andern übermittelt wurde."

Mit Bezug auf gewisse Instinkte stimmt also CHARLES mit ERASMUS DARWIN darin überein, daß sie auf intelligente Handlungen zurückzuführen sind. Er unterscheidet sich aber wesentlich dadurch von seinem Großvater, daß er die ursprünglich intelligenten Tätigkeiten durch Vererbung automatisch und dadurch zu eigentlichen Instinkten werden läßt. Bei ERASMUS handelt es sich um individuelle Erfahrungen, die in jeder Generation von neuem durch intellektuelle Geistestätigkeit erworben werden müssen, bei CHARLES um vererbte Erfahrungen, die im Laufe der Generationen so befestigt werden, daß sie schließlich angeboren erscheinen. CHARLES bezeichnet es jedoch als einen schweren Irrtum, anzunehmen, daß die Mehrheit der Instinkte während einer Generation durch Gewohnheit erworben und dann auf die nachfolgenden Generationen erblich übertragen worden sei. Er glaubt deutlich darlegen zu können, daß die wundervollsten Instinkte der Tiere unmöglich durch Gewohnheit erworben werden konnten.

Bei den Instinkten der geschlechtslosen Ameisen und Bienen ist eine solche Entstehung von vornherein ausgeschlossen, da ja diese Tiere ihre Eigenschaften nicht erblich übertragen können. Aber auch bei den Instinkten fortpflanzungsfähiger Tiere kann eine Entstehung durch vererbte Gewohnheit nach DARWIN in sehr vielen Fällen nicht angenommen werden. Niemand wird z. B. versucht haben, die Purzeltaube das Purzeln zu lehren, oder den Hund im Stellen zu üben, vielmehr muß eine natürliche Neigung zu diesen Tätigkeiten von vornherein vorhanden gewesen sein. ROMANES,



der Freund und Schüler DARWINS, führt noch ein weiteres sehr instruktives Beispiel für einen Instinkt an, der nicht auf eine ursprünglich intelligente Handlung zurückgeführt werden kann, das ich hier deshalb erwähnen will, weil es sich auch bei ERASMUS DARWIN findet und von diesem als Beispiel einer intelligenten Handlungsweise angeführt wird. Es betrifft die Regulierung des Gewichts der von den Köcherfliegenlarven gefertigten Gehäuse. „In diesem Fall", sagt ROMANES, „scheint es doch ganz unmöglich, daß ein zoologisch so tief stehendes Tier jemals bewußterweise erwogen haben könnte, daß einige Partikelchen ein höheres spezifisches Gewicht haben als andere und daß durch Hinzunahme eines Partikelchens von diesem oder jenem Stoff das spezifische Gewicht des ganzen Baues dem des Wassers angepaßt werden könne. Und doch sind jene Handlungen offenbar etwas mehr als ein bloßer Reflex; sie sind instinktiv und können nur durch natürliche Züchtung entwickelt worden sein."

In diesen letzten Worten ist das Prinzip bezeichnet, nach dem CHARLES DARWIN alle diese Instinkte zu erklären versucht. In Erwägung, daß die Instinkte für die Wohlfahrt einer jeden Art ebenso wichtig sind wie körperliche Strukturen, daß geringe Modifikationen des Instinkts für die Art nützlich sein können und daß Instinkte variieren, nimmt DARWIN an, daß die meisten und kompliziertesten Instinkte durch natürliche Zuchtwahl entstanden sind, d. h. aus Modifikationen oder Variationen im Gehirn, die wir in unserer Unwissenheit freiwillige oder zufällige nennen, indem solche Variationen unabhängig von Erfahrung und Gewohnheit zu Veränderungen in den vorher existierenden Instinkten oder zu gänzlich neuen Instinkten führten, die, wenn sie sich der Spezies dienlich erwiesen, erhalten und fixiert wurden. „Wenn das Nest eines jeden Vogels", sagt CHARLES DARWIN, „stets für diese Spezies unter den ihr eigentümlichen Lebensverhältnissen passend ist, und wenn der Nestbauinstinkt auch nur ganz wenig abweicht, sobald ein Vogel unter neue Umstände gerät, und wenn solche Abweichungen auch vererbt werden können, dann vermag die natürliche Zuchtwahl gewiß das Nest eines Vogels im Lauf der Zeiten beinah bis zu jedem beliebigen Grad umzugestalten und zu vervollkommnen."

Damit sind wir zu jenem Gesichtspunkt gelangt, der für CHARLES DARWINS Untersuchungen über den Instinkt maßgebend ist, der aber bei ERASMUS DARWIN überhaupt keine Rolle spielt. CHARLES kommt es vor allem darauf an, für die Erscheinungen des Instinkts die Fruchtbarkeit seiner Zuchtwahltheorie zu erweisen. Nur zu

diesem Zweck behandelt er die Variationen und Mißgriffe des Instinkts, nicht wie ERASMUS, um den intelligenten Charakter der instinktiven Handlungen darzutun. Daraus erklärt es sich auch, daß CHARLES ein besonderes Gewicht auf den Nachweis von Abstufungen in der Ausbildung der Instinkte legt, ein Thema, das von ERASMUS überhaupt nicht behandelt worden ist. Da nach der Zuchtwahltheorie komplizierte Instinkte durch langsame stufenweise Anhäufung zahlreicher geringer nützlicher Variationen hervorgebracht werden, so müssen wir dieser Theorie zufolge in der Natur zwar nicht die wirklichen Übergangsgrade finden, die nur bei den direkten Vorfahren jeder Art sich zeigen könnten, wohl aber in den Seitenlinien der Abstammung einige Beweise für solche Abstufungen zu erbringen imstande sein. Diese Forderung glaubt CHARLES DARWIN denn auch für zahlreiche Instinkte erfüllen zu können.

In verschiedenen Gruppen der Vögel läßt sich nach ihm eine vollständige Reihe von Übergängen beobachten, von solchen, die innerhalb eines gewissen Gebietes entweder nur gelegentlich oder regelmäßig ihren Wohnsitz wechseln, bis zu solchen, die periodisch nach weit entlegenen Ländern ziehn. Bei den nestbauenden Vögeln erkennt er eine ungewöhnlich vollkommene Reihe von solchen, die gar kein Nest bauen, sondern ihre Eier auf die nackte Erde legen, zu andern, die ein höchst einfaches und unordentliches Nest herstellen, zu noch andern mit vollkommenern Bauten bis zu solchen, die jene wunderbaren Gebilde erzeugen, die beinahe mit der Kunst des Webers wetteifern. Ebenso sieht DARWIN in dem einfachern Hausbau der Biberratte einen Schritt auf dem Weg verkörpert, auf dem der wunderbare Bauinstinkt des Bibers sich entwickelt und vervollkommnet hat.

Daß Vögel ihre Eier gelegentlich in fremde Nester legen, scheint unserm Forscher Licht auf den Ursprung des parasitischen Instinkts beim Kuckuck zu werfen. Bei der amerikanischen Gattung Molothrus vermag er eine vollständige Stufenleiter in der Ausbildung der parasitischen Gewohnheiten nachzuweisen. Den Anfang macht Molothrus badius, der seine Eier in ein angeeignetes oder ein eignes Nest legt und gewöhnlich selbst auf seinen Eiern sitzt und selbst seine Jungen groß zieht, wahrscheinlich aber gelegentlich auch parasitisch ist. Dann folgt Molothrus bonariensis, dessen Weibchen seine Eier stets nur in fremde Nester legt, aber oft in so großer Zahl, daß nur wenige oder gar keine ausgebrütet werden können. Den Abschluß bildet Molothrus pecoris, der sich wie unser Kuckuck verhält und nie mehr als ein Ei in ein fremdes Nest legt.

5*



Ähnliche Abstufungen glaubt CHARLES DARWIN in dem Sklavenmacherinstinkt der Ameisen und dem Zellenbauinstinkt der Bienen nachweisen zu können. Als Anfang jenes Instinkts deutet er die Gewohnheit der nicht sklavenhaltenden Ameisen, die Puppen anderer Arten fortzuschleppen, um sie als Nahrung zu verwenden. Eine weitere Stufe bezeichnet ihm Formica sanguinea, die Sklaven hält, aber selbst noch Arbeiten verrichtet. Die extremste Ausbildung dieses Instinkts sieht er bei Polyergus rufescens, einer Ameisenart, die ganz von ihren Sklaven abhängig geworden ist.

Bei den Bienen zeigen die Hummeln die geringste Ausbildung des Zellenbauinstinkts, indem sie ihre alten Kokons zum Aufbewahren des Honigs verwenden. Ihnen folgt die mexikanische Melipona, die fast regelmäßige Wachswaben mit zylindrischen Zellen für die Jungen und einige größere kugelige Zellen zur Aufbewahrung des Honigs baut. Die höchste Stufe bezeichnet unsere Korbbiene mit ihren aus sechsseitigen Prismen zusammengesetzten Waben, mit denen sie das schwierige Problem gelöst hat, die größtmögliche Menge Honig bei der möglichst geringen Anwendung des kostbaren Wachses zu bergen.

Endlich sei noch der von CHARLES DARWIN erwähnten Abstufungen in der Ausbildung des Sichtotstellens der Insekten gedacht. „Wir finden bei den Insekten", sagt er, „vollständige Reihen, selbst innerhalb ein und derselben Gattung, von Arten, die nur eine Sekunde lang und manchmal sehr unvollkommen sich totstellen, indem sie noch ihre Fühler bewegen und die sich auch nie ein zweites Mal verstellen, bis zu andern Arten, die sich auf schwachem Feuer rösten lassen, ohne das geringste Lebenszeichen von sich zu geben, und wieder zu andern, die eine längere Zeit bewegungslos bleiben."

Alle diese Abstufungen betrachtet DARWIN als wertvolle Stützen seiner Ansicht, daß die meisten tierischen Instinkte allmählich durch natürliche Zuchtwahl entwickelt worden sind.

Fassen wir nun die Resultate unseres Vergleiches der Ansichten von CHARLES und ERASMUS DARWIN über den Instinkt zusammen, so ergibt sich folgendes: Beide Forscher haben den Erscheinungen des Instinkts eingehende Aufmerksamkeit gewidmet und ein reiches Tatsachenmaterial verarbeitet. Beide legen großes Gewicht auf die Abweichungen in den geistigen Tätigkeiten der Tiere und auf deren Irrtümer und Mißgriffe, beide bekämpfen die Ansicht, daß jeder einzelnen Tierart ein unveränderlicher und unfehlbarer Trieb infolge höherer Eingebung mit auf den Lebensweg gegeben worden

sei. Während aber ERASMUS DARWIN den Zweck verfolgt, die sogenannten instinktiven Handlungen als intellektuelle zu erweisen, geht CHARLES DARWIN darauf aus, die von ihm als solche anerkannten Instinkte als Beweismittel für seine Deszendenz- und Selektionstheorie zu verwerten. Während bei ERASMUS DARWIN der entwicklungsgeschichtliche Standpunkt bei Betrachtung der Instinkte überhaupt nicht zur Geltung gelangt, ist er bei CHARLES DARWIN der maßgebende. ERASMUS DARWIN behandelt die Variationen und Mißgriffe des Instinkts, um dessen intellektuellen Charakter zu erweisen, CHARLES DARWIN, um zu zeigen, daß die Instinkte der Selektion unterworfen sein können. Nach ERASMUS DARWIN werden alle geistigen Fähigkeiten der Tiere im individuellen Leben durch Übung, Erfahrung, Nachahmung und Überlegung erlernt, so daß eigentliche Instinkte, die unabhängig von diesen Faktoren sind, überhaupt nich existieren. Nach CHARLES DARWIN aber gibt es echte Instinkte, die teils durch Vererbung ursprünglich intelligenter Handlungen, teils durch natürliche Zuchtwahl aus unintelligenten Handlungen im Laufe vieler Generationen entstanden sind. CHARLES DARWIN behandelt im Interesse seiner Selektionstheorie mit Vorliebe die Abstufungen der Instinkte, während ERASMUS DARWIN von solchen überhaupt nicht spricht.

Gegenüber diesen Verschiedenheiten der Auffassung und der Behandlungsart treten die Übereinstimmungen zurück und erscheinen als mehr äußerliche Momente, die sich aus der Behandlung eines und desselben Themas von selbst ergeben. Auf Grund dieser Übereinstimmungen allein, ohne andere gewichtige Zeugnisse, auf eine direkte Beinflussung des Enkels durch den Großvater bezüglich der Untersuchungen über den Instinkt zu schließen, erscheint daher nicht gerechtfertigt.

Der Ausdruck der Gemütsbewegungen

In dem Kapitel über den Instinkt erörtert ERASMUS DARWIN noch ein anderes damit zusammenhängendes Thema: den Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren. Dieser gehört insofern in das Gebiet des Instinkts, als es sich dabei um eine angeborene Neigung, gewisse Seelenzustände in charakteristischen Gebärden zu äußern, handelt. Der Enkel hat bekanntlich demselben Gegenstand ein besonderes Werk gewidmet.

ERASMUS DARWIN führt den Ausdruck der Gemütsbewegungen auf das Prinzip der Assoziation, namentlich auf die Erinnerung frühster Assoziationen zurück. Das neugeborene Kind empfindet

Freuden und Schmerzen, und mit diesen Empfindungen sind bestimmte Muskelbewegungen verbunden, eine Verbindung, die das ganze Leben über bestehen bleibt. Wenn dieselbe Empfindung wiederkehrt, wiederholt sich auch dieselbe Bewegung, die somit zum äußern Ausdruck der Empfindung wird.

Auf diese Weise erklärt ERASMUS DARWIN zunächst den Ausdruck der Furcht. Das Neugeborene kommt aus einem hohen Temperaturgrad plötzlich in einen niedern, es zittert vor Frost, seine Haut wird durch die Kälte bleich, gleichzeitig entleert es Blase und Mastdarm. Diese unangenehmen Empfindungen sind mit Furcht vor ihrer Wiederholung verbunden. Daher äußert sich später die Furcht durch Zittern, Blässe und Entleerung von Blase und Darm.

Ähnlich erklärt ERASMUS den Ausdruck des Kummers. Die Mündung des Tränenganges wird beim Neugeborenen durch die verhältnismäßig kalte und trockene Luft und durch unangenehme Gerüche gereizt, diese unangenehme Empfindung verbindet sich mit dem Erguß von Tränen. Daher sind Kummer und Weinen zeitlebens verbunden.

Aber die Tränendrüse des Neugeborenen wird auch durch angenehme Gerüche gereizt, besonders durch den Geruch der Muttermilch. Dieser Geruch hat nach ERASMUS einerseits die zärtliche Neigung des Kindes zur Mutter, andererseits den Erguß von Tränen zur Folge. Daher sind später zärtliche Liebe und Dankbarkeit ebenfalls mit Weinen verbunden.

Auch die Tiere haben Ausdrucksformen für das zärtliche Vergnügen. Die Lämmer wedeln mit dem Schwanz, die Katzen spinnen. Jene entledigen sich, wenn sie zu saugen anfangen, ihrer harten Exkremente durch Hin- und Herbewegen des Schwanzes, daher wird dieses bei ihnen wie bei den Hunden der Ausdruck des zärtlichen Vergnügens. Die Katzen strecken die Pfoten nach der Mutterbrust aus, und indem sie beim Saugen den Atem einziehen, entsteht ein schnurrendes Geräusch. Daher schnurren sie, wenn sie in zärtlicher Stimmung sind, strecken die Pfoten aus und ziehen sie wieder zurück.

Vom zärtlichen Vergnügen unterscheidet ERASMUS DARWIN das heitere Vergnügen. Dieses äußert sich durch Lächeln. Wenn das Kind saugt, so umfaßt es mit dem Mund die Zitze. Durch den Genuß der Milch wird es vergnügt, dann erschlafft der Schließmuskel des Mundes infolge Ermüdung, die antagonistischen Gesichtsmuskeln treten in Tätigkeit und bringen Lächeln hervor. Dies ist daher der Ausdruck der Heiterkeit.



Auch die Empfindung für Schönheit versucht ERASMUS DARWIN auf das Prinzip der Assoziation zurückzuführen. Beim Liegen an der Mutterbrust fühlt das Kind eine behagliche Wärme, sein Geruchssinn wird angenehm affiziert 'durch den Geruch, sein Geschmackssinn durch den Geschmack der Milch, Hunger und Durst werden gestillt, und der Gefühlssinn wird angenehm erregt durch die Sanftheit und Glätte der Mutterbrust. Gleichzeitig erhält das Kind eine Vorstellung von der gerundeten Form der Mutterbrust, indem es sie mit den Händen umfaßt, mit den Lippen berührt und mit den Augen bewacht. Wenn wir daher später ähnliche gerundete oder wellige Formen wahrnehmen, z. B. in einer Landschaft die Wellenform der sich erhebenden und wieder abfallenden Oberfläche oder in einer antiken Vase, einer Statue oder irgend einem andern Werk des Pinsels oder Meißels, so empfinden wir ein Wohlbehagen, das alle unsere Sinne affiziert, und wir nennen den Gegenstand „schön". Junge Tiere bedienen sich sowohl der Lippen als der Finger, um die Form der Dinge zu unterscheiden, daher lernen wir den Ursprung unserer Neigung, schöne Gegenstände mit den Lippen zu grüßen.

Während ERASMUS DARWIN zur Erklärung der Ausdrucksformen der Furcht, des Kummers und des Vergnügens sowie des Schönheitsgefühls auf die Empfindungen des Neugeborenen zurückgeht, versucht er den Ausdruck des Zornes und der Aufmerksamkeit direkt aus den Gewohnheiten des Erwachsenen abzuleiten. Der Zorn wird ausgedrückt durch Handlungen, die die Art des Gefechtes ausmachen. Der Mensch ballt die Faust und übersieht seinen Gegner trotzig, als wenn er zum Angriff übergehen wollte. Der Bock und Ochse ziehen sich einige Schritte zurück und richten ihre Hörner wagrecht. Das Pferd kehrt dem Feind den Rücken, da es mit den Hinterfüßen ficht.

Bezüglich der Aufmerksamkeit weist ERASMUS auf das Benehmen des Menschen in gefährlichen Situationen hin. Wenn uns Gefahren drohen, verlassen wir uns hauptsächlich auf das Gehör, da das Auge nur den halben Horizont auf einmal überblicken kann, und zwar nur am Tage, und der Geruch uns nur von nicht sehr weit entfernten Gegenständen Nachricht geben kann. Wenn wir den geringsten Laut hören, den wir nicht sogleich erklären können, so halten wir den Gang an und jeden Muskel still, öffnen den Mund ein wenig, heben unser Ohr empor und horchen, um weitern Unterricht zu erhalten. Durch Gewohnheit wird dieses der allgemeine Ausdruck der Aufmerksamkeit.



Den Ausdruck der Gemütsbewegungen betrachtet ERASMUS DARWIN als das erste Verständigungsmittel der Tiere untereinander, als die erste und die eigentlich natürliche Sprache. „Eifersüchtige Wachteln oder Hähne", schreibt er im dritten Buch seines „Tempels der Natur", „erkennen an den gesträubten Federn die nebenbuhlerische Wut des Feindes. Wenn hungrige Wölfe um Mitternacht heulen, grausame Schlangen zischen, wilde Hyänen brüllen, zornige Löwen ihre sich sträubende Mähne aufrichten und ihre Seiten mit windendem Schwanz schlagen, oder wenn der wilde Mensch mit geballter Faust sich zeigt, mit mürrischem Gesicht und rollenden Augen die Arme schwenkt, verbindet die geheimnisvolle Macht der Assoziation innere Leidenschaften mit äußern Zeichen. Aus diesen stummen Gebärden entsprang zuerst der Austausch unsichtbarer Gedanken bei Vogel, Tier und Mensch, und noch heute wird die Rede durch Gesten unterstützt."

In der artikulierten Sprache des Menschen sieht ERASMUS DARWIN ein Kunstprodukt, das aus der natürlichen Sprache des Ausdrucks erst allmählich entstanden ist. Aber auch vielen Tieren, namentlich den gesellig lebenden, schreibt er eine künstliche Sprache zu und führt folgende Beispiele dafür an:

Die mütterliche welsche Henne versteckt sich beim Anblick eines Hühnerhabichts ins Gras. Ihre Jungen tun aus Nachahmung dasselbe. Bei dieser Handlung stößt die Mutter einen gewissen Laut aus. Wenn die Jungen nachher diesen Laut hören, auch ohne daß sie die Mutter sehen, so wissen sie, was er zu bedeuten hat und ducken sich ins Gras. Daß dies keine natürliche, sondern eine künstliche Sprache ist, scheint ERASMUS daraus hervorzugehen, daß eine Henne diese Sprache mit gleicher Leichtigkeit junge Enten lehrt, die sie aus untergeschobenen Eiern ausgebrütet hat.

Kaninchen schlagen, wenn Gefahr droht, mit einem ihrer Hinterfüße auf den Boden und bringen einen Schall hervor, der von Tieren, die nahe am Boden sind, auf beträchtliche Entfernung gehört werden kann. Dies hält ERASMUS sowohl der Sonderbarkeit als der Zweckmäßigkeit für die Lage des Tieres wegen für ein künstliches Zeichen.

Auch das Bellen der Hunde ist nach ihm wahrscheinlich als eine künstliche Sprache anzusehen. Denn nach den Berichten von Reisenden bellten die Hunde auf der Insel Juan Fernandez nicht, erst als man einige europäische Hunde unter sie brachte, fingen sie an, diesen nachzuahmen, aber anfangs auf eine besondere Art, als ob sie etwas lernten, was ihnen nicht natürlich war. Nach

LINNÉ bellen die Hunde in Südamerika die Fremden nicht an. Die nach Guinea gebrachten Hunde sollen nach drei bis vier Generationen zu bellen aufhören und bloß heulen wie die eingeborenen Hunde.

Von demselben Gesichtspunkt aus beurteilt ERARMUS DARWIN den Gesang der Vögel und die Musik des Menschen. Er führt an, daß junge Nachtigallen, die unter fremden Vögeln ausgebrütet sind, nicht eher singen, als bis sie durch die Gesellschaft anderer Nachtigallen unterrichtet wurden und daß die Nachtigallen, die Schottland besuchen, nicht dieselbe Harmonie haben wie die in Italien. Bezüglich der Musik betont er, daß dieselbe Kombination von Noten und Tönen auf einen Eingeborenen von Hindostan andere Wirkungen hervorbringt als auf einen Europäer und daß der Hochländer dieselben kriegerischen Ideen mit dem Ton eines Dudelsacks verbindet wie der Engländer mit dem Schall einer Trompete oder Pfeife. „Die Musik der Türken", sagt er ferner, „ist von der der Italiener sehr verschieden, und die Einwohner von Fez und Marokko haben wieder eine andere Art, die uns sehr rauh und mißtönend scheint, ihnen aber sehr angenehm ist. Die Menschen, die früh mit gewissen Tönen angenehme Ideen assoziiert und genau auf ihre feinen Unterschiede geachtet haben, besitzen ein gutes musikalisches Gehör in dem Land, wo diese Verhältnisse Mode sind. Dieses feine musikalische Gehör haben sie aber nicht vermöge einer größern Vollkommenheit ihres Gehörorgans oder vermöge einer instinktiven Sympathie zwischen gewissen Tönen und gewissen Leidenschaften."

Allerdings muß ERASMUS DARWIN zugeben, daß wir einige Töne ganz allgemein mit angenehmen Ideen assoziieren, z. B. das Pfeifen der Vögel, und andere mit unangenehmen Ideen, z. B. das Geschrei der Tiere bei Schmerz und das mitternächtliche Geheul der Raubtiere. Doch scheinen ihm auch diese Gemütsbewegungen von vorhergegangenen Assoziationen abzuhängen, da wir weder schreckliche noch erhabene Ideen von dem Brüllen einer Kuh oder dem Geschrei eines Esels erhalten. Ebenso erklärt er das Zahnklirren, das man immer für eine notwendige Wirkung gewisser mißtönender Noten gehalten hat, aus vorhergegangenen Assoziationen. „Jeder", schreibt er, „hat in seiner Jugend in das Glas oder irdene Gefäß gebissen, in dem ihm seine Nahrung gegeben wurde, und hatte daher eine sehr unangenehme Empfindung in den Zähnen. Der klirrende Laut, der zwischen der Schale und den Zähnen hervorgebracht wird, ist mit dieser Empfindung immer vergesellschaftet, und jedesmal, wenn nachher ein solcher Laut zufällig durch das

Zusammenstoßen zweier harter Körper hervorgebracht wird, fühlen wir durch die Assoziation der Ideen die ihn sonst begleitende unangenehme Empfindung in den Zähnen."

* * *

Vergleichen wir nun die von ERASMUS DARWIN über den Ausdruck der Gemütsbewegungen entwickelten Ansichten mit denen seines Enkels über denselben Gegenstand, so sind einerseits gewisse gemeinsame Züge nicht zu verkennen, andererseits aber auch bedeutungsvolle Verschiedenheiten vorhanden. Übereinstimmend ist bei beiden die hohe Bedeutung, die sie der Assoziation beimessen. CHARLES DARWIN nennt das erste der drei Prinzipien, mit Hilfe deren er den Ausdruck zu erklären versucht, das Prinzip zweckmäßig assoziierter Gewohnheiten und will damit sagen, daß, wenn irgend eine Empfindung während einer langen Reihe von Generationen zu irgend einer freiwilligen Bewegung geführt hat, die Neigung, eine ähnliche Bewegung auszuführen, fast sicher angeregt wird, sobald dieselbe Empfindung verspürt wird, trotzdem die Bewegung in diesem Fall nicht den geringsten Zweck haben mag. Er führt eine große Zahl von Beispielen für die Tatsache an, daß sowohl beim Menschen als bei den Tieren Handlungen leicht mit andern Handlungen und mit verschiedenen Seelenzuständen assoziiert werden. Diese Handlungen wurden ursprünglich zu einem gewissen Zweck ausgeführt, nämlich um irgend einer Gefahr zu entgehen, einen Schmerz zu mildern oder ein Verlangen zu befriedigen, später aber unter annähernd denselben Umständen ohne das geringste Bedürfnis.

Ein Hauptgewicht legt CHARLES DARWIN darauf, daß solche ursprünglich bewußt und später unbewußt ausgeübte Handlungen vererbt werden. Er hält die hauptsächlichsten Ausdrucksformen für angeboren oder ererbt und schließt dies daraus, daß sie von sehr kleinen Kindern, von den Blindgeborenen und von den verschiedensten Menschenrassen ausgeübt werden. Er wirft GRATIOLET vor, daß er bei der Erklärung der Ausdrucksformen die ererbte Gewohnheit übersehen habe. Denselben Vorwurf hätte er seinem Großvater machen können. Denn auch bei diesem spielt das Vererbungsprinzip bei der Erklärung des Ausdrucks keine Rolle.

Wie bei den Erscheinungen des Instinkts im allgemeinen, so liegt auch bei denen des Ausdrucks der Hauptunterschied der Auffassung der beiden DARWINS in der Bewertung des Vererbungsfaktors. ERASMUS DARWIN erklärt den Ausdruck lediglich aus den Gewohn-



heiten des Individuums, CHARLES DARWIN aus den Gewohnheiten der Generationen. Nach CHARLES hat sich jede Ausdrucksform phylogenetisch entwickelt und wird uns nur durch die Anwendung der Deszendenztheorie verständlich. Die Annahme, daß der Bau und die Lebensweise aller Tiere sich stufenweise entwickelt haben, läßt ihn das ganze Thema des Ausdrucks in einem neuen und interessanten Lichte erscheinen, während er in der Ansicht von der unabhängigen Schöpfung des Menschen und der andern Tiere ein Hindernis für die Ergründung der Ursachen des Ausdrucks erblickt. Einige Ausdrucksformen des Menschen, wie das Sträuben des Haares unter dem Einfluß äußerster Furcht oder das Weisen der Zähne bei wütendem Zorn lassen sich nach ihm kaum verstehen, außer wenn man annimmt, daß die Menschen sich einstmals in einem viel niederern und tierartigern Zustand befunden haben, und die Gemeinsamkeit gewisser Ausdruckserscheinungen bei verschiedenen, wenn auch verwandten Arten, wie z. B. die Bewegungen derselben Gesichtsmuskeln beim Lachen des Menschen und verschiedener Affen wird ihm verständlicher, wenn wir an die Abkunft dieser Arten von einem gemeinsamen Vorfahren glauben.

So wird CHARLES DARWINS Behandlung der Frage nach den Ursachen des Ausdrucks ganz von deszendenztheoretischen Gesichtspunkten beherrscht und steht im Dienste der Begründung der Abstammungslehre, während ERASMUS DARWIN die Deszendenztheorie auf dieses Gebiet überhaupt nicht anwendet.

Um die phylogenetische Entstehung der Ausdrucksformen zu erklären, stellt CHARLES DARWIN drei Prinzipien auf. Das erste ist das bereits erwähnte der zweckdienlichen assoziierten Gewohnheiten. Es ist das einzige, das in gewissem Sinn auch von ERASMUS DARWIN angewendet worden ist. Bei CHARLES kommen noch die Prinzipien des Gegensatzes und der direkten Tätigkeit des Nervensystems hinzu. Jenes lautet wie folgt: „Gewisse Seelenzustände führen zu gewissen gewohnheitsmäßigen Tätigkeiten, die nach dem ersten Prinzip zweckdienlich sind. Stellt sich nun ein direkt entgegengesetzter Seelenzustand ein, so tritt eine starke und unwillkürliche Neigung zu Bewegungen von direkt entgegengesetzter Art ein, obgleich diese nicht zweckentsprechend sind, und solche Bewegungen sind in gewissen Fällen sehr ausdrucksvoll.“ Auch diese von dem Prinzip des Gegensatzes abhängigen Ausdrucksbewegungen werden nach DARWIN vererbt. Das dritte Prinzip, das der direkten Tätigkeit des Nervensystems, besagt, daß ausdrucksvolle Tätigkeiten der Verfassung des Nervensystems entstammen und von Anfang an un-



abhängig vom Willen und bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Gewohnheit sind.

Wir wollen nun untersuchen, in welcher Weise CHARLES DARWIN die auch von seinem Großvater behandelten Ausdrucksformen der Furcht, des Kummers, des zärtlichen und heitern Vergnügens, des Zorns und der Aufmerksamkeit mit Hilfe dieser drei Prinzipien zu erklären versucht.

Die bei dem Affekt der Furcht auftretenden Symptome sind nach CHARLES wesentlich eine Folge der Anstrengungen, vor einem gefürchteten Gegenstand die Flucht zu ergreifen. „Da diese Anstrengungen", sagt er, „oft bis zum äußersten Maß fortgesetzt worden sind, so wird das Resultat vollständige Erschöpfung, Blässe, Schweiß, Zittern sämtlicher Muskeln oder deren völlige Erschlaffung gewesen sein. Und wird nun jetzt die Regung der Furcht stark empfunden, so wird, wenn es auch nicht zu irgend einer Äußerung kommt, vermöge der Macht der Vererbung und Assoziation die Neigung bestehen, dieselben Resultate wieder zur Erscheinung zu bringen." Trotz der Anwendung des Prinzips der Assoziation ist also die Erklärung, die CHARLES DARWIN von den Erscheinungen der Furcht gibt, eine ganz andere als die von ERASMUS gegebene, die hauptsächlich den Einfluß des Temperaturwechsels auf das Neugeborene verwertet.

Dasselbe gilt von den Symptomen des Kummers. Der Tränenerguß bei kummervoller Gemütsstimmung ist nach ERASMUS eine Folge der Reizung der Tränendrüse des Neugeborenen durch Kälte und unangenehme Gerüche. Dagegen ist nach CHARLES das Weinen das Resultat einer Kette von Ereignissen wie die folgenden: „Wenn Kindern Nahrung fehlt oder sie sonst in irgend einer Weise leiden, so schreien sie laut auf, wie die Jungen der meisten andern Tiere, teilweise als Hilferuf an ihre Eltern, und teilweise, weil jede große Anstrengung zur Erleichterung dient. Fortgesetztes Kreischen führt zur Füllung der Blutgefäße des Auges, und dies wird, zuerst bewußt und zuletzt gewohnheitsmäßig, zum Zusammenziehen der Muskeln um die Augen geführt haben, um sie zu schützen. Gleichzeitig wird der krampfhafte Druck auf die Oberfläche des Auges und die Ausdehnung der Gefäße im Auge, ohne notwendig eine bewußte Empfindung mitzuteilen, durch Reflextätigkeit die Tränendrüsen affiziert haben. Endlich, vermöge der drei Prinzipien — daß die Nervenkraft mit Vorliebe die gewohnten Wege einschlägt, der Assoziation und daß gewisse Tätigkeiten mehr der Herrschaft des Willens unterworfen sind als andere — ist es dahin gekommen,

daß Leiden leicht die Absonderung von Tränen bewirkt, ohne dabei notwendig von irgend einem andern Vorgang begleitet zu sein."

CHARLES DARWIN gibt auch hier besonders zu bedenken, daß auf die Augen der Kinder in dieser Weise seit zahllosen Generationen eingewirkt worden ist, so oft sie schrieen, während ERASMUS DARWIN bei seiner auch sonst durchaus abweichenden Erklärung das Prinzip der Vererbung ganz außer acht läßt. Gemeinsam ist beiden nur die Annahme, daß bei Neugeborenen ein Reiz auf die Tränendrüsen ausgeübt wird und daß dieser Reiz durch Assoziation stets wieder in Wirksamkeit tritt, wenn sich eine kummervolle Seelenstimmung einstellt.

Der Tränenerguß bei der Gemütsbewegung des zärtlichen Vergnügens, den ERASMUS DARWIN auf die Reizung der Tränendrüsen durch angenehme Gerüche zurückführt, ist nach CHARLES teils eine Folge der direkten Einwirkung des Nervensystems, indem hohe Freude an sich dazu beiträgt, auf die Tränendrüsen zu wirken, teils eine Folge davon, daß zärtliche Gefühle häufig mit kummervollen assoziiert sind. Wenn z. B. Vater und Sohn sich nach langer Trennung wiedersehen, so werden wahrscheinlich unbestimmte Gedanken an den Kummer, den sie empfunden haben würden, wenn sie sich niemals wiedergesehen hätten, durch ihren Sinn gehen, und Kummer führt zur Absonderung von Tränen.

Das Schwanzwedeln des Hundes in zärtlicher Stimmung erklärt CHARLES DARWIN aus dem Prinzip des Gegensatzes. Ist ein Hund feindselig gesinnt, so hält er den Schwanz aufrecht und ganz straff, bei der entgegengesetzten Gemütsstimmung wird er ihn daher gesenkt und in pendelnder Bewegung halten. Diese Erklärung ist von der des ERASMUS, der das Schwanzwedeln auf die Anstrengung bei Entleerung der Exkremente zurückführt, total verschieden.

Wesentlich übereinstimmend sind dagegen die Erklärungen beider Forscher von dem Vorstrecken der Pfoten bei den Katzen, wenn sie in zärtlicher Stimmung sind. „Eine andere, Vergnügen ausdrückende Gebärde", sagt CHARLES DARWIN, „ist die wunderbare Art und Weise, wie Katzen, wenn sie vergnügt sind, abwechselnd ihre Vorderpfoten mit eingezogenen Zehen vorstrecken, als wenn sie gegen ihrer Mutter Zitzen stießen und daran saugten. Diese Gewohnheit ist insofern analog mit jener, gegen etwas zu reiben, als beide offenbar aus Bewegungen sich herleiten lassen, die während der Saugezeit ausgeführt werden." In diesem Punkte ist eine Anregung des Enkels durch den Großvater nicht ausgeschlossen, besonders da CHARLES DARWIN in einer Anmerkung schreibt: „Ich



finde die Tatsache, daß Katzen ihre Füße ausstrecken, wenn sie vergnügt sind, in der Zoonomia angeführt."

Sehr verschieden sind dann wieder die Auffassungen beider Männer über die Ursache des Lächelns bei Heiterkeit, obgleich beide das Prinzip der Assoziation anwenden. Wir erinnern uns, daß ERASMUS in dem Erschlaffen der Schließmuskeln des Mundes nach dem Saugen des Kindes die Bedingung für die Betätigung der Lachmuskeln sah. CHARLES DARWIN dagegen sagt über die Entstehung des Lächelns folgendes: „Es läßt sich die Ansicht befürworten, daß die Gewohnheit, bei einer freudigen Empfindung laute wiederholte Töne zu äußern, zuerst zu einem Zurückziehen der Mundwinkel und der Oberlippe und zu einem Zusammenziehen der Ringmuskeln führte; durch Assoziation und lang fortgesetzte Gewohnheit werden nun dieselben Muskeln in leichte Regung versetzt, sobald irgend eine Ursache ein Gefühl in uns wachruft, das, wenn es stärker wäre, zum Lachen geführt haben würde; und das Ergebnis ist ein Lächeln."

Ziemlich übereinstimmend werden dagegen, abgesehen von der Vernachlässigung der Vererbung durch ERARMUS DARWIN, von Großvater und Enkel die Ausdrucksformen der Furcht und der Aufmerksamkeit erklärt. Jene werden als Angriffstätigkeiten, diese als Anstrengungen, das geringste Geräusch zu vernehmen, aufgefaßt. Diese Deutungen sind jedoch so naheliegend, daß die Übereinstimmung nicht überraschen kann.

Dasselbe gilt von den Ansichten beider Forscher über das Verhältnis der Ausdrucksformen zur Sprache. Wie ERASMUS, so betrachtet auch CHARLES DARWIN die Ausdrucksformen als Verständigungsmittel der Tiere und Menschen. Er nennt sie die ersten Mittel der Mitteilung zwischen der Mutter und ihrem Säugling und betont, daß bei geselligen Tieren Gebärden und Ausdrucksbewegungen bis zu einem gewissen Grade gegenseitig verstanden werden. Jeder, der Affen beobachtet habe, werde nicht zweifeln, daß sie ihre gegenseitigen Gebärden und Ausdrucksbewegungen verstehen und in weitem Umfange die des Menschen. Wenn CHARLES DARWIN ferner hervorhebt, daß die Sprache kein echter Instinkt sei, da eine jede Sprache gelernt werden müsse, so sagt er damit wohl im wesentlichen dasselbe, was ERASMUS DARWIN sagen wollte, wenn er die menschliche Sprache als künstlich bezeichnete. Und nicht weniger herrscht Übereinstimmung zwischen Großvater und Enkel bezüglich des „künstlichen" Charakters des Bellens der Hunde und des Gesangs der Vögel. CHARLES erwähnt wiederholt, daß das Bellen der

Hunde erst durch die Domestikation erworben wurde und daß der Gesang und die Lockrufe der Vögel von den Eltern oder Pflegeeltern erlernt werden und so wenig angeboren sind wie die Sprache des Menschen. Immerhin würdigt er aber doch auch hier im Gegensatz zu ERASMUS die Macht der Vererbung, indem er aus dem Lallen der Kinder auf eine instinktive Neigung zu sprechen schließt, das Bellen der Hunde als vererbt bezeichnet und den Singvögeln eine instinktive Äußerung des Singvermögens zuschreibt.

Das Ergebnis unserer Vergleichung der Ansichten beider DARWINS über den Ausdruck ist im wesentlichen dasselbe wie das der Vergleichung ihrer Ansichten über den Instinkt. Die wirklichen Übereinstimmungen sind mehr untergeordneter Natur und auch ohne die Annahme eines direkten Einflusses leicht verständlich. In den großen allgemeinen Gesichtspunkten aber, von denen aus die hier in Betracht kommenden Fragen beurteilt werden, sind fundamentale Verschiedenheiten vorhanden. Dies gilt besonders von der Anwendung des Deszendenz- und Vererbungsprinzips durch CHARLES und seine Nichtberücksichtigung durch ERASMUS. Höchstens könnte man annehmen, daß CHARLES das Prinzip der Assoziation von seinem Großvater übernommen habe. Doch spricht dafür keine positive Tatsache, und bei der Erörterung dieses Prinzips wird nicht ERASMUS DARWIN, sondern werden BAIN und HUXLEY von CHARLES als Autoritäten angeführt.

Ganz ausgeschlossen aber erscheint die Annahme, daß der Enkel durch die Spekulationen des Großvaters zur Behandlung dieses Themas angeregt worden sei. Wir wissen vielmehr aus CHARLES DARWINS eigenen Mitteilungen, daß die Anregung von ganz anderer Seite ausging. Im Dezember 1839 wurde sein erstes Kind geboren, und, wie er uns in seiner Autobiographie erzählt, fing er da sofort an, sich über das erste Dämmern der verschiedenen Ausdrucksformen, die der Knabe darbot, Notizen zu machen, und zwar deshalb, weil er sich schon damals überzeugt fühlte, daß die kompliziertesten und feinsten Schattierungen des Ausdrucks sämtlich einen natürlichen Urprung gehabt haben müßten. Die Anregung ging also von seinen deszendenztheoretischen Spekulationen aus, während bei ERASMUS die Untersuchungen über den Ausdruck keinen Zusammenhang mit der Deszendenztheorie haben. Im Sommer 1840 las CHARLES DARWIN dann das Buch von BELL über den Ausdruck, in dem behauptet wird, daß viele unserer Gesichtsmuskeln nur als Werkzeuge für den Ausdruck dienen oder eine spezielle Vorkehrung zu diesem einzigen Zweck bilden. Diese



Auffassung forderte die Opposition DARWINS heraus, und er beschloß, dem Gegenstand weiterhin seine Aufmerksamkeit zu schenken und eine Erklärung der Ausdrucksformen vom deszendenztheoretischen Gesichtspunkt aus zu versuchen. So entstand sein Buch über den Ausdruck.

In der historischen Skizze, die CHARLES DARWIN diesem Werk vorausgeschickt hat, erwähnt er außer den Ansichten BELLS noch die von MOREAU, LE BRUN, BURGESS, DUCHENNE, GRATIOLET, PIDERIT, BAIN und SPENCER, während er ERASMUS DARWIN mit Stillschweigen übergeht, was er gewiß nicht getan hätte, wenn er tiefer von ihm beeinflußt worden wäre. Nur an wenigen Stellen des Buches wird die Zoonomia bei Gelegenheit unbedeutender Einzelfälle erwähnt, woraus hervorgeht, daß CHARLES DARWIN das Werk seines Großvaters bei Bearbeitung dieses Gegenstandes wie zahlreiche andere nur zur Bereicherung seines Tatsachenmaterials verwertet, ihm aber keine fundamentalen Prinzipien entnommen hat.

Tiere und Pflanzen

Es erübrigt nun noch, die Ansichten der beiden DARWINS über die körperliche und seelische Einheit des Tier- und Pflanzenreiches miteinander zu vergleichen.

Schon in seinem ersten Lehrgedicht hatte ERASMUS DARWIN eigenartige Vorstellungen über die Identität der tierischen und pflanzlichen Lebenserscheinungen entwickelt, Ideen, die er später in seiner „Zoonomia" und „Phytologia" wiederholt und weiter verfolgt hat. Er sieht in den Pflanzen gewissermaßen Tiere niederer Art und vergleicht das System der Wurzeln mit dem System der Milchgefäße, die Saftgefäße der Knospen mit den Gefäßen des Mutterkuchens, die Blätter der Landpflanzen mit den Lungen, die Blätter der Wasserpflanzen mit den Kiemen, die Samen mit den Eiern, die Knospen und Zwiebeln mit den lebendig geborenen Jungen der Tiere. Die Seitenfortpflanzung der Gewächse durch Knospen und Ausläufer hält er für analog mit der Knospung der Korallen, Polypen, Bandwürmer und der parthenogenetischen Fortpflanzung der Blattläuse und findet auch sonst zahlreiche Analogien zwischen der Fortpflanzung und Entwicklung der Pflanzen und Tiere.

Staubbeutel und Narben werden von ERASMUS als wahre Tiere betrachtet, die an ihrem Mutterstamm wie Korallenpolypen befestigt sind, eigene Bewegungen haben, die Leidenschaft der Liebe fühlen, indem sie sich zur Zeit der Befruchtung einander nähern, und wie Bienen und Schmetterlinge durch Honig ernährt werden. Die Bäume

vergleicht er mit Tierstöcken; ein Baum ist ihm eine Anhäufung von vielen lebenden Knospen, wie ein Korallenstock eine Anhäufung von vielen lebenden Polypen. Die verschiedenen Sekretionen der Pflanzen, wie Honig, Harz, Wachs, Gummi, Öl und Zucker werden nach seiner Ansicht in derselben Weise wie die Sekrete der tierischen Drüsen erzeugt, wie auch die Verdauungskraft der Pflanzen derjenigen der Tiere ähnlich ist, indem dadurch eingesogene Flüssigkeiten in Zucker verwandelt werden.

Erasmus Darwin weist ferner darauf hin, daß die Pflanzen wie die Tiere durch Reizungen zu Bewegungen veranlaßt werden können, so die Sinnpflanze, die Venusfliegenfalle und die Staubblätter der Berberitze. Auch findet er bei den Gewächsen Assoziationen der Bewegung. Die Irritabilität der Pflanzen wird nach ihm ebenso wie die der Tiere durch Gewohnheit vermehrt oder vermindert. „Auch von erworbenen Gewohnheiten oder Fähigkeiten der Gewächse", schreibt er, „haben wir einige Erfahrungen. Samen und Wurzeln, die aus südlichen Ländern zu uns gebracht werden, keimen und sprossen auch in unserm Klima früher hervor als die, die aus nördlichen Erdstrichen abstammen. Apfelbäume, die man aus England nach New York geschickt hatte, blühten einige Jahre nacheinander zu früh für das dortige Klima und trugen keine Früchte, gewöhnten sich aber nach und nach an ihren neuen Standort."

Aus den Schlafbewegungen der Pflanzen schließt Erasmus auf den Besitz eines gewissen Grades von Willenskraft, da der Schlaf in einem zeitweisen Aufhören der Willenskraft bestehe. Auch das Schließen der Kronen und Blätter bei Kälte, Regen oder mechanischer Erschütterung, das Drehen, Strecken und spiralförmige Zusammenziehen der Ranken des Weinstocks und anderer Kletterpflanzen, die kreisförmigen Bewegungen der Blätter des Süßklees auch bei stiller Luft, sowie das Bestreben der Pflanzen, sich nach dem Licht zu kehren, beweisen ihm die Existenz eines vegetabilischen Willens.

Ja, sogar Muskeln, Nerven und Sinnesorgane will er den Pflanzen auf Grund ihrer Bewegungen zugesprochen wissen. Er glaubt, daß die Pflanzen Organe zur Unterscheidung der verschiedenen Grade von Wärme, Licht, Feuchtigkeit und mechanischen Eindrücken, eine Art von Geschmacksorgan zur Auswahl schicklicher Nahrungsstoffe und ein Geruchsorgan zur gegenseitigen Auffindung der Geschlechter besitzen. „Die verschiedenen Geschlechter bei den Gewächsen", lesen wir in seiner Phytologia, „bedürfen eines



Sinnes, um sich gegenseitig finden zu können. Dieser Sinn ist vielleicht dem tierischen Geruchssinn ähnlich, mit dessen Hilfe das neugeborene Tier den Ort, wo seine Nahrung zubereitet ist, findet und von dem geleitet, viele männliche Tiere die weiblichen ihrer Gattung erspähen."

Aus diesem allen folgt für ERASMUS, daß die Pflanzen auch ein Gehirn besitzen und daß ihnen Ideen von manchen Eigenschaften der Welt außer sich und von ihrer eigenen Existenz zukommen. Er hält es für wahrscheinlich, daß das Gehirn im Mark jeder Knospe, das sich schon in den frühsten Zeiten ihres Daseins findet und gleich dem Rückenmark der Tiere eine mittlere Lage einnimmt, seinen Sitz habe.

* * *

So abenteuerlich diese Ansichten ERASMUS DARWINS auch klingen, so läßt sich doch eine gewisse Analogie mit modernen Ideen und speziell mit solchen CHARLES DARWINS nicht verkennen. Dieser wurde durch seine Forschungen über das Bewegungsvermögen der Pflanzen und über insektenfressende Pflanzen zu ähnlichen Ansichten über das vegetabilische Seelenleben geführt, wie sein Großvater. Schon gleich nach Beginn seiner Studien über Kletterpflanzen im Jahre 1863 schrieb er an seinen Freund HOOKER mit Bezug auf Echinocystis lobata: „Ein geschickter Gärtner, der gestern Abend die Pflanze auf meinem Tische sah, sagte: Ich glaube, Herr, die Ranken können sehen, denn wo ich auch nur eine Pflanze hinstelle, sie findet irgend einen Stab nahe genug auf." DARWIN findet die Erklärung dafür in dem langsamen spontanen Herumschwingen der Ranken und fügt hinzu: „Die Ranken haben irgend einen Sinn, denn sie ergreifen nicht einander, wenn sie jung sind."

In dem Buch über Kletterpflanzen vergleicht er am Schluß die Bewegungen der Ranken mit denen der Tentakeln eines Polypen und bekämpft die Ansicht, daß Pflanzen durch den Mangel des Bewegungsvermögens von den Tieren unterschieden seien. Die Betrachtung der vollkommenern rankentragenden Formen zeigt ihm, wie hoch sich eine Pflanze auf der Stufenleiter der Organisation erheben kann. Ferner schrieb er mit Rücksicht auf sein Werk über das Bewegungsvermögen der Pflanzen im Jahre 1880 an DECANDOLLE, es mache ihm immer Freude, die Pflanzen auf der organischen Stufenleiter zu erheben. Und in dem Buche selbst äußert er, es sei unmöglich, von der Ähnlichkeit zwischen den Bewegungen der Pflanzen und vielen unbewußt von den niedern Tieren aus-



geführten Handlungen nicht überrascht zu werden. Die Gewohnheit, sich zu gewissen Perioden zu bewegen, werde sowohl von Pflanzen als von Tieren vererbt. Die auffallendste Ähnlichkeit aber sei die Lokalisation ihrer Empfindlichkeit und die Fortleitung eines Einflusses von dem gereizten Teil auf einen andern, der sich infolge hiervon bewege. Und geradezu enthusiastisch spricht er sich über die Funktionen der Spitze des Würzelchens aus, die er als die wunderbarste Bildung der Pflanzen bezeichnet. „Es ist kaum eine Übertreibung", schreibt er, „wenn man sagt, daß die in dieser Weise ausgerüstete Spitze des Würzelchens, die das Vermögen, die Bewegungen der benachbarten Teile zu leiten hat, gleich dem Gehirn eines der niedern Tiere wirkt; das Gehirn sitzt innerhalb des vordern Endes des Kopfes, erhält Eindrücke von den Sinnesorganen und leitet die verschiedenen Bewegungen." Die Schwerkraft wirkt nach seinen Versuchen in keiner direktern Weise auf ein Würzelchen ein, als sie auf irgend ein niedrig organisiertes Tier wirkt, das sich fortbewegt, wenn es irgend ein Gewicht oder einen Druck fühlt. Ja, er vergleicht das Würzelchen geradezu mit einem grabenden Tiere, wie beispielsweise einem Maulwurf, der senkrecht in den Boden hinabzusteigen wünscht.

Die weitgehendsten Analogien mit den tierischen Lebensäußerungen aber findet CHARLES DARWIN bei den insektenfressenden Pflanzen. „Beim Himmel", ruft er in einem Brief an HOOKER aus, „ich glaube zuweilen, Drosera ist ein verkleidetes Tier." Und an ASA GRAY schreibt er: „Verlassen Sie sich darauf, Sie sind ungerecht in bezug auf die Verdienste meiner geliebten Drosera; es ist eine wunderbare Pflanze oder vielmehr ein äußerst scharfsinniges Tier."

In seinem Werk über diese Pflanzengruppe konstatiert er einen merkwürdigen Parallelismus zwischen den Drüsen der Drosera und denen des Magens in bezug auf die Absonderung ihrer eigentümlichen Säure und ihres Ferments. Wie die Magendrüsen der Tiere Pepsin nur dann absondern, wenn sie gewisse lösliche Pflanzen aufgesaugt haben, so sondern die Drüsen der Drosera das zur Verdauung dienende Ferment nur nach Absorption stickstoffhaltiger Substanzen ab. Bei mechanischer Reizung sondern sowohl die Magendrüsen als auch die Drüsen der Drosera eine Säure ab, die aber keine verdauende Kraft besitzt. Der Magensaft wirkt mittelst seines Ferments, des Pepsins, nur in Gegenwart einer Säure, ebenso ist in dem Sekret der Drosera ein Ferment vorhanden, das gleichfalls nur in Gegenwart einer Säure wirkt. Zahlreiche Substanzen,



die von dem Sekret der Drosera vollständig aufgelöst werden, werden gleichfalls von dem Magensaft höherer Tiere aufgelöst. Umgekehrt wirkt auf neun Klassen von Substanzen, auf die das Sekret der Drosera nicht wirkt, auch der Magensaft von Tieren nicht ein. Verschiedene verdauliche Substanzen wirken verschieden auf Drosera ein, und DARWIN folgert daraus, daß sie in gleicher Weise sowohl für Drosera wie für Tiere in sehr verschiedenen Graden nahrhaft sein werden. Die Drüsen der Drosera absorbieren Substanz aus lebenden Samen, die von dem Sekret verletzt oder getötet werden. Sie absorbieren gleichfalls Substanz aus Pollen und frischen Blättern, und dies ist auch mit dem Magen der pflanzenfressenden Tiere der Fall.

Es besteht also eine merkwürdige Übereinstimmung zwischen dem Verdauungsvermögen des Magensaftes von Tieren mit seinem Pepsin und seiner Salzsäure und dem des Sekrets von Drosera mit seinem Ferment und seiner zur Essigsäure gehörenden Säure. Wir können daher nach DARWIN kaum daran zweifeln, daß das Sekret in beiden Fällen sehr ähnlich, wenn nicht dasselbe ist.

Die wunderbaren Bewegungen der Tentakeln des Sonnentaus führten CHARLES DARWIN ferner zu der Vermutung von der Existenz eines pflanzlichen Nervensystems. „Ist es nicht merkwürdig“, fragte er bereits 1860, ganz im Beginn seiner Droserastudien, in einem Briefe an LYELL, „daß eine Pflanze so bei weitem empfindlicher für eine Berührung ist, als irgend ein Nerv im menschlichen Körper?“ Und zwei Jahre später schrieb er an HOOKER: „Ich werde zu der Ansicht geführt, daß Drosera diffundierte Substanz in organischem Zusammenhang besitzen muß, nahe analog der Nervensubstanz der Tiere.“ Daß diese Idee ihn lange beschäftigte, beweist ein Brief an ASA GRAY aus dem Jahre 1872, in dem wir folgendes lesen: „Der Punkt, der mich am meisten interessiert hat, ist, die Nerven zu verfolgen, die den Gefäßbündeln folgen. Durch einen Stich mit einer scharfen Lanzette an einem gewissen Punkte kann ich die eine Hälfte des Blattes lähmen, so daß ein Reiz auf die andere Hälfte keine Bewegung verursacht. Es ist genau so, als wenn man das Rückenmark eines Frosches durchschneidet: kein Reiz kann vom Gehirn oder dem vordern Teil des Rückenmarkes zu den Hinterbeinen fortgeleitet werden, wenn aber diese letztern gereizt werden, bewegen sie sich durch Reflextätigkeit. Ich finde meine alten Resultate über die erstaunliche Empfindlichkeit des Nervensystems (!?) der Drosera gegen verschiedene Reizmittel vollständig bestätigt und erweitert.“

In dem Buch über die insektenfressenden Pflanzen, das 1875 erschien, konnte DARWIN diese Idee freilich nicht aufrecht erhalten, doch teilt er darin die Versuche mit, die er anstellte, um zu ermitteln, ob die Blätter irgend ein Element von der Beschaffenheit des Nervengewebes enthielten. Anfangs wurde er in diesen Versuchen dadurch ermutigt, daß sich Strychnin, Digitalin und Nikotin, die alle auf das Nervenystem wirken, für Drosera giftig erwiesen. Da er aber mehrere unschädliche Säuren für Drosera ebenfalls äußerst giftig fand, so schien es ihm wahrscheinlich, daß die genannten Substanzen eine Einbiegung der Droseratentakeln durch Einwirkung auf Elemente verursachen, die in keiner Weise den Nervenzellen der Tiere analog sind. Die Tatsache, daß die Schnelligkeit, mit der der motorische Impuls fortgeleitet wird, bei den insektenfressenden Pflanzen viel geringer ist als bei den meisten oder allen Tieren, und daß der motorische Impuls nicht speziell nach gewissen Punkten hingerichtet wird, erklärt er für eine Folge des Fehlens von Nerven. Trotzdem glaubt er aber auch jetzt noch eine Vorbildung eigentlicher Nervenentwicklung darin erblicken zu dürfen, daß der motorische Impuls in dem beschränkten Raum innerhalb der Tentakeln der Drosera so viel rapider abwärts geleitet wird, als irgendwo anders, und etwas schneller in der Längsrichtung als in der Richtung quer über die Scheibe.

So viel geläuterter und dem modernen Wissen entsprechender diese Ideen CHARLES DARWINS über die Analogien zwischen Tieren und Pflanzen und über das Seelenleben der letztern auch sind, so ist doch die Grundvorstellung dieselbe wie bei seinem Großvater: beide bemühen sich, die Pflanzen auf der organischen Stufenleiter zu erheben. Ein Abhängigkeitsverhältnis des Enkels vom Großvater ist aber hier gänzlich ausgeschlossen. Wir wissen mit positiver Sicherheit, daß CHARLES DARWIN seine Ideen über die physiologischen Ähnlichkeiten der Tiere und Pflanzen und über das vegetabilische Seelenleben direkt aus seinen Beobachtungen an kletternden und insektenfressenden Pflanzen schöpfte und der Anregung von seiten seines Großvaters nicht bedurfte. Der einzige Autor, den er mit Rücksicht auf die Analogien zwischen Tieren und Pflanzen anführt, ist SACHS, von dem er die Bemerkung zitiert, „daß sich die lebende Pflanzensubstanz derart innerlich differenziert, daß einzelne Teile mit spezifischer Energie ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesorgane der Tiere.“ Der Großvater ERASMUS wird dagegen in diesem Zusammenhang niemals von ihm erwähnt, ein Zeichen, daß auch der Enkel selbst weit



davon entfernt war, seine Ideen über die Einheit der beiden großen organischen Reiche, die er unmittelbar aus der lebendigen Natur geschöpft hatte, auf das Studium der Werke seines Ahnen zurückzuführen.

Schluß

Fassen wir zum Schluß die Hauptergebnisse unserer vergleichenden Untersuchung über das Verhältnis der beiden DARWINS kurz zusammen, so lassen sich folgende Sätze formulieren:

Soweit die spärlichen Aussprüche CHARLES DARWINS über seine Beziehungen zu ERASMUS maßgebend sind hat eine irgendwie bedeutsame Ideenbeeinflussung nicht stattgefunden.

Die Vergleichung der deszendenztheoretischen Darlegungen beider Forscher zeigt neben mancherlei Berührungspunkten auch vielfache Unterschiede in der Behandlung und Verwertung der gleichartigen Bausteine, Unterschiede, die groß genug sind, um einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen den entsprechenden Stellen der beiderseitigen Werke nicht als selbstverständlich erscheinen zu lassen. Ganz ausgeschlossen wird dieser durch das, was uns DARWIN selbst über seine erste Erfassung der Deszendenzidee mitgeteilt hat, indem daraus hervorgeht, daß seine deszendenztheoretischen Anregungen ganz wo anders zu suchen sind, als in den Schriften seines Großvaters. Vor allem waren die Beobachtungen in Südamerika entscheidend, sodann der Einfluß von LYELL und MALTHUS.

Bezüglich der Ursachen der organischen Entwicklung war ERASMUS DARWIN mehr ein Vorläufer LAMARCKS als ein Vorläufer CHARLES DARWINS. Dieser hat zwar das LAMARCKsche Prinzip mit in sein deszendenztheoretisches System aufgenommen, aber nur als Nebenfaktor. Auch entkleidete er es gerade des Momentes, das bei ERASMUS DARWIN so stark hervortritt: des psychistischen. Statt anregend konnte das Erklärungsprinzip des Großvaters nur hemmend auf die deszendenztheoretischen Spekulationen des Enkels wirken.

Auch das Prinzip der direkten Anpassung durch den Einfluß der äußern Existenzbedingungen kann CHARLES nicht von ERASMUS DARWIN übernommen haben, da in der „Zoonomia“ der direkte Einfluß des Mediums nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Noch weniger können ursächliche Beziehungen zwischen den Erörterungen beider Forscher über Bastardierung angenommen werden.

Das Gesetz vom Nutzen der Kreuzung und Schaden der Inzucht schöpfte CHARLES DARWIN ebenfalls nicht aus den Werken seines Großvaters, sondern aus den Erfahrungen der Tierzüchter

und dem Vorhandensein von Mitteln zur Kreuzbefruchtung bei hermaphroditen Pflanzen.

Der wichtigste Unterschied zwischen der Deszendenztheorie ERASMUS DARWINS und der seines Enkels ist das Fehlen des Selektionsprinzips bei jenem. Freilich waren gewisse Elemente der Züchtungslehre dem ältern DARWIN nicht fremd, und vor allem widmete er dem Kampf ums Dasein und der großen Vermehrungsfähigkeit der organischen Wesen eingehende Betrachtungen. Doch haben diese für ihn einen ethischen Hintergrund, während CHARLES DARWIN den Kampf ums Dasein als die Kraft betrachtet, die die Anpassungen in der organischen Welt geschaffen und die Varietäten in Arten verwandelt hat. Auch ist der Kampf ums Dasein bei CHARLES ein viel umfassenderer Begriff als bei ERASMUS. Dies brauchte uns freilich nicht zu hindern, anzunehmen, daß CHARLES durch die lebensvollen Schilderungen seines Großvaters zur Betrachtung der Vorgänge des Kampfes ums Dasein angeregt worden ist. Aber aus seinen eigenen Aussprüchen geht hervor, daß er völlig unabhängig und auf durchaus selbständigem Wege zur Würdigung des wichtigsten Faktors der natürlichen Zuchtwahl gelangt ist.

Die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl ist in den Schriften des ERASMUS bereits angedeutet. Wir haben aber nicht den geringstens Beweis dafür, daß CHARLES dadurch irgendwie beeinflußt worden ist.

Bei ERASMUS DARWIN finden sich zahlreiche Erörterungen über biologische Phänomene, namentlich über die Anpassungserscheinungen im Tier- und Pflanzenreich, die später bevorzugte Forschungsobjekte des Enkels wurden. Aber das Interesse an diesen Erscheinungen ist das einzige Moment, das beiden Forschern hier wirklich gemeinsam ist. Im übrigen sind ihre Gesichtspunkte bei Beurteilung der Anpassungserscheinungen durchaus verschieden. CHARLES kommt es hauptsächlich darauf an, zu zeigen, in welcher Weise bei einer deszendenztheoretischen Auffassung der Natur die Anpassungen erklärt werden können. ERASMUS dagegen betrachtet diese ohne jeden Zusammenhang mit seiner Deszendenzlehre. Schon diese Verschiedenheit in der Auffassung der gleichartigen Naturerscheinungen macht es wenig wahrscheinlich, daß CHARLES von ERASMUS hier irgend welche Anregung erfahren hat. Immerhin wäre eine solche möglich, wüßten wir nicht, daß sie bei CHARLES von ganz anderer Seite erfolgte.

Beide DARWINS haben den Erscheinungen des Instinkts eingehende Aufmerksamkeit gewidmet und vielfach dieselben Phäno-



mene behandelt. Während aber ERASMUS DARWIN den Zweck verfolgt, die sogenannten instinktiven Handlungen als intellektuelle zu erweisen, geht CHARLES darauf aus, die von ihm als solche anerkannten Instinkte als Beweismittel für seine Deszendenz- und Selektionstheorie zu verwerten. Gegenüber dieser Verschiedenheit der Auffassung treten die Übereinstimmungen zurück und erscheinen als mehr äußerliche Momente, auf Grund deren es nicht gerechtfertigt erscheint, eine direkte Beeinflussung des Enkels durch den Großvater bezüglich der Untersuchungen über den Instinkt anzunehmen.

Dasselbe läßt sich von den Untersuchungen beider Forscher über den Ausdruck der Gemütsbewegungen sagen. Die wirklichen Übereinstimmungen sind mehr untergeordneter Natur, während in den großen allgemeinen Gesichtspunkten, von denen aus die hier in Betracht kommenden Fragen beurteilt werden, fundamentale Verschiedenheiten vorhanden sind. Dazu kommt, daß wir aus CHARLES DARWINS eigenen Mitteilungen wissen, daß auch hier die Anregungen von ganz anderer Seite ausgingen, als von den Werken seines Großvaters, die er nur zur Bereicherung seines Tatsachenmaterials verwertet, denen er aber keine fundamentalen Prinzipien entnommen hat.

Weitgehende Ähnlichkeiten finden sich endlich zwischen den Ansichten beider DARWINS über die Analogien zwischen Tieren und Pflanzen und über das Seelenleben der letztern. Beide Forscher bemühen sich, die Pflanzen auf der organischen Stufenleiter zu erheben. Ein Abhängigkeitsverhältnis des Enkels vom Großvater ist aber hier deshalb ausgeschlossen, weil wir wissen, daß CHARLES DARWIN seine Ideen über die physiologischen Ähnlichkeiten der Tiere und Pflanzen und über das vegetabilische Seelenleben direkt aus seinen Beobachtungen an kletternden und insektenfressenden Pflanzen schöpfte.

* * *

RUDOLF BURRCKHADTS Prophezeihung, daß ein historisch-analytisches Studium der Beziehungen zwischen dem Ideengehalt von CHARLES und ERASMUS DARWIN das geistige Eigentum des Enkels stark beeinträchtigen würde, hat sich somit nicht erfüllt. Vielmehr dürfen wir als das Resultat dieses Studiums die Erkenntnis bezeichnen, daß die Ideenselbständigkeit CHARLES DARWINS auf allen Gebieten seiner Forschung zweifellos besteht. Wir wissen uns in dieser Auffassung in Übereinstimmung mit vielen hervorragenden

Vertretern des Deszendenzgedankens, vor allem auch mit AUGUST WEISMANN, der in seiner Jahrhundertrede auf DARWIN sagte: „So hat also CHARLES DARWIN die Ansichten seines Großvaters sowie LAMARCKS wohl gekannt, aber sie waren es nicht, welche ihn veranlaßten, dieselben Bahnen zu wandeln, vielmehr ist er erst durch das, was er selbst in der Natur beobachtete, zum Verlassen der alten Anschauungen geführt worden.“

Hat aber ein irgendwie bedeutsamer literarischer Einfluß des Großvaters auf den Enkel nicht stattgefunden, so bleibt nur der erbliche Einfluß zur Erklärung der mannigfachen geistigen Beziehungen zwischen beiden DARWINS übrig. Insofern hoffe ich mit dieser Arbeit auch einen Beitrag zur Familienforschung geliefert zu haben, denn nur dann, wenn der literarische Einfluß als ausgeschlossen nachgewiesen ist, kann der erbliche ernsthaft in Betracht gezogen werden.

Literatur

BURCKHARDT, RUD. Zoologie und Zoologiegeschichte. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 83, Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1905.

BURCKHARDT, RUD. Geschichte der Zoologie. Leipzig, G. I. Göschen, 1907.

BUTLER, SAMUEL. Evolution, old and new, or, the theories of Buffon, Dr. Erasmus Darwin, and Lamarck, as compared with that of Mr. Charles Darwin, London. Hardwicke and Bogue, 1879.

DARWIN, CHARLES. Gesammelte Werke. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus, 2. Auflage, 16 Bände, Stuttgart, E. Schweizerbart, 1899.

DARWIN, CHARLES. Gesammelte kleinere Schriften. Ein Supplement zu seinen größern Werken. Herausgegeben und mit Erläuterungen versehen von Ernst Krause. Leipzig, Ernst Günther, o. J.

DARWIN, ERASMUS. The botanic garden. A poem. In two parts. Part I. The economy of vegetation. Part II. The loves of the plants. With philosophical notes. The third edition. London, J. Johnson, 1795.

DARWIN, ERASMUS. Zoonomia, or, the laws of organic life. London, 1794—1798.

DARWIN, ERASMUS. Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens. Aus dem Englischen übersetzt und mit einigen Anmerkungen begleitet von J. D. Brandis. 5 Bände. Hannover, Gebrüder Hahn, 1795—1799.

DARWIN, ERASMUS. Phytologia, or the philosophy of agriculture and gardening. With the theory of draining morrasses, and with an improved construction of the drill plough. London, J. Johnson, 1800.

DARWIN, ERASMUS. Phytonomie oder philosophische und physische Grundsätze des Acker- und Gartenbaues. Aus dem Englischen übersetzt nebst einigen Anmerkungen von E. G. B. Hebenstreit. 2 Bände. Leipzig, Wolf u. Co., 1801.

DARWIN, ERASMUS. The temple of nature, or, the origin of society. A poem with philosophical notes. London, J. Johnson, 1803.

DARWIN, ERASMUS. Der Tempel der Natur oder der Ursprung der menschlichen Gesellschaft. Ein Gedicht in vier Gesängen frei nach Erasmus Darwin bearbeitet von A. Clemens. Frankfurt a M., Wilh. Ludw. Wesché, 1827.



DARWIN, FRANCIS. Charles Darwin. Sein Leben, dargestellt in einem autobiographischen Kapitel und in einer ausgewählten Reihe seiner veröffentlichten Briefe. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1893.

DARWIN, FRANCIS and A. C. SEWARD. More letters of Charles Darwin. A record of his work in a series of hitherto unpublished letters. In two volumes. London, John Murray, 1903.

FRANCÉ, R. H. Der heutige Stand der Darwinschen Fragen. Eine Wertung der neuen Tatsachen und Anschauungen. Leipzig, Theod. Thomas, 1907.

HUXLEY, THOMAS H. Obituary. Darwiniana. Essays. London, Macmillan and Co., 1902.

KRAUSE, ERNST. Erasmus Darwin, der Großvater und Vorkämpfer Charles Darwins. Ein Beitrag zur Geschichte der Deszendenztheorie. Kosmos, II Jahrgang, IV. Bd. Leipzig, Ernst Günther, 1879.

KRAUSE, ERNST. Erasmus Darwin und seine Stellung in der Geschichte der Deszendenztheorie. Mit seinem Lebens- und Charakterbilde von Charles Darwin. Leipzig, Ernst Günther, 1880.

MAY, WALTHER. Erasmus Darwin. Vortrag, gehalten im Naturwiss. Verein zu Karlsruhe am 8. November 1901. Verh. des Naturw. Vereins in Karlsruhe, 15. Bd. Karlsruhe, G. Braun, 1902.

MAY, WALTHER. Erinnerungen an Rudolf Burckhardt. Mitteil. z. Gesch. d. Medizin u. Naturw., 7. Jahrg. Hamburg u. Leipzig, Leopold Voß, 1908.

ROMANES, G. JOHN. Die geistige Entwicklung im Tierreich. Nebst einer nachgelassenen Arbeit über den Instinkt von Charles Darwin. Autorisierte deutsche Ausgabe. Leipzig, Ernst Günther, 1885.

WAGNER, ADOLF. Geschichte des Lamarckismus. Als Einführung in die psychobiologische Bewegung der Gegenwart. Stuttgart, Franckhsche Verlagshandlung, o. J.

WEISMANN, AUGUST. Charles Darwin und sein Lebenswerk. Festrede, gehalten zu Freiburg i. B. am 12. Febr. 1909. Jena, Gustav Fischer, 1909.

ZÖCKLER, O. Darwins Großvater als Arzt, Dichter und Naturphilosoph. Ein Beitrag zur Vorgeschichte des Darwinismus. 1880.



Aus der Geschichte der Mörtelmaterialien

Von ao. Professor Dr. ROHLAND-Stuttgart

Unbekannt geblieben ist der Name des Entdeckers, der zum ersten Male Steine mit Hilfe eines Mörtels verband, und so nur lose geschichteten Steinen festen Halt gab. Der Entdeckung eines Mörtels mußte aber die des Brennens von Kalk- oder Gipssteinen vorausgehen; vielleicht einem Zufall verdankt dieser Prozeß seine Entstehung, indem beim Brennen von Holz, Kalk- oder Gipssteine in Berührung mit der Flamme kamen, und nun die Veränderungen, welche die Temperaturerhöhung an ihnen bewirkte, wahrgenommen wurden.

Tatsächliche Kunde über die Benutzung eines Luftmörtels tönt erst aus dem Lande der Pharaonen, obwohl sicher schon die noch älteren Kulturvölker Mörtel anzuwenden wußten.

Die Syenitquadern der Pyramiden in Ägypten, z. B. der des Cheops sind mit einem Luftmörtel zusammengefügt, der Jahrtausende überdauert hat. Der Analyse nach besteht er aus:

82,89 v. H. Gips und
9,80 v. H. Kalkstein

und enthält kleine Beimengungen von Magnesiumkarbonat, Eisenoxyd, Tonerde, Sand.

Daraus geht hervor, daß die alten Ägypter nicht den heute fast ausschließlich im Gebrauch befindlichen Kalkmörtel, gelöschten Kalk in Verbindung mit Sand, verwendet haben, sondern ein Gemenge, das aus gebranntem Gips und gebranntem Kalkstein bestand.

Im Laufe der Jahre ist dann der gebrannte, wasserfreie Gips unter Wasseraufnahme in Gipsstein, der gebrannte Kalk durch Aufnahme von Kohlensäure in Kalkstein übergegangen.

Ein weiteres Dokument für die Benutzung von Luftmörteln finden wir bei den alten Griechen. Die Steine der Rednerbühne auf der Pnyx, dem Versammlungsplatze des Volkes in Athen, 400 v. Chr., zur Zeit des Perikles, waren mit einem Luftmörtel zu-



sammengefügt; und hier ist schon der Kalkmörtel, mit Sand vermischt, wie es jetzt noch üblich ist, zur Anwendung gekommen.

Der Analyse nach bestand dieser Kalkmörtel aus:

45,7 v. H. gebranntem Kalk
37,0 v. H. Kohlensäure und
12,0 v. H. Sand,

und enthielt Beimischungen von Magnesia, Tonerde und Eisenoxyd.

Im Laufe der Zeit ist der Gehalt an Sand im Luftmörtel weiter angestiegen; so enthält ein 600 Jahr alter Mörtel von der Bastei in Wien schon 32,5 v. H. Sand und 23,5 v. H. gelöschten Kalk, ein noch neuerer Mörtel von dem Universitätsgebäude in München 52 v. H. Sand und 22 v. H. gelöschten Kalk.

Bei den großen Baumeistern der alten Zeit, den Römern, finden wir zum ersten Male ein hydraulisches Bindemittel, einen Wassermörtel in Gebrauch. Zwar wurde dieser hydraulische Mörtel nicht, wie es jetzt beim Portlandzement der Fall ist, durch Mischen von Kalkstein und Ton und darauffolgenden Brennprozeß hergestellt; sondern die Römer fanden, wie VITRUV berichtet, bei Puteoli am Meerbusen von Bajä und Neapel ein eigenartiges ton- und kieselhaltiges Material. Dieses Material gehört seiner Natur und Entstehung nach der Trachytformation an, und ist wahrscheinlich durch submaritime Eruptionen entstanden; es ist ein vulkanisches Tuffgestein.

Dieses Gestein, die Puzzolana, hat unter Hinzufügung von gelöschtem Kalk die Eigenschaften eines wasserwiderstandsfähigen Mörtels; und die Römer verwandten es zur Herstellung von Kanalisationsröhren und Bassins, von Wasserleitungen und Hafenbauten; diese haben sich sehr gut gehalten.

Nach ihrer Invasion in Germanien entdeckten die Römer ein ähnliches Material in der Eifel, im Mosel-, Nette- und Brohltal, ferner im Ries bei Nördlingen, das offenbar den heimischen Puzzolanen sehr nahe stand, die Trasse, und benutzten es zu den gleichen Zwecken. In späterer Zeit sind diese namentlich zum Bau von Kanälen in Holland angewandt worden.

Auch der Kalkmörtel, calix extincta, war nach VITRUV den Römern bekannt, und bei dem Bau von Bädern in Gelnhausen und der Saalburg haben sie einen Kalkmörtel verwandt, dem nicht Sand, sondern zerkleinerter Kalkstein zugesetzt war. Auch die Kunst, mit anorganischen Farben Bilder auf noch feuchten Kalkwänden herzustellen, war den Römern bekannt.

Das Bindemittel zwischen Farben und Kalkmörtel ist das sich allmählich unter Mitwirkung der Kohlensäure der Atmosphäre



bildende Kalziumkarbonat, in Form eines feinen, durchsichtigen Kristallhäutchens, das infolge besonderer Lichtbrechung und Beugung über die Bilder einen eigenartigen, matten, duftigen Schleier zu werfen scheint.

In Italien hat sich diese Alfresco-Malerei, so bezeichnet, weil die Farben stets auf frischem, gelöschtem Kalk aufgetragen werden müssen, bis in die neuere Zeit erhalten; in Deutschland hat sie vielfach dem feuchteren Klima nicht Widerstand leisten können.

Im Mittelalter ging, wie so manche andere wertvolle technische Erfindung die Kunst, hydraulische Mörtel herzustellen und zu verwenden, vollständig verloren.

In alten Burgen im Harz, in alten Häusern in Lüneburg, in alten Kirchen in Thüringen finden wir als Luftmörtel nicht Kalkmörtel, sondern Gipsmörtel; und zwar ist wasserfreier Gips, Estrichgips, zur Anwendung gekommen.

Beim Bau des sagenumwobenen Regenstein am Harz ist ein Gipsmörtel zur Anwendung gelangt, der aus gebranntem wasserfreiem Gips und etwas gelöschtem Kalk bestand. Der Analyse nach hatte er nach der Erhärtung die Zusammensetzung:

25,3 Proz. Gips
19,5 Proz. Wasser und
2,5 Proz. Kalkstein;

außerdem enthielt er Beimengungen von Magnesia und Sand.

Es ist bezeichnend, daß in Deutschland noch um das Jahr 1800 die Geisteswissenschaften dominierten, den exakten und technischen Wissenschaften relativ wenig Beachtung geschenkt wurde, während in Frankreich und England eine neue Blüte der Technik sich entfaltete.

In Frankreich wurden von VICAT, in England von dem Ingenieur JOHN SMEATON neue Versuche unternommen, um einen brauchbaren, hydraulischen Mörtel herzustellen.

Diese Aufgabe fiel in England mit einer sehr praktischen Frage zusammen; zwei Leuchttürme waren durch die anstürmenden Meereswogen zerstört worden; ein neuer Leuchtturm, der Edistone-Leuchtturm, am Eingange in die Bucht von Plymouth sollte errichtet werden.

SMEATON verwandte einen bläulichgrauen Kalkstein aus der Gegend von Aberthaw in South Wales, der nach Unterwerfung eines Brennprozesses stark erhärtete und den Einwirkungen des Wassers widerstand.

Ein weiterer Fortschritt war, daß JAMES PARKER durch Brennen von Kalkmergelnieren, die sich in einer an den Ufern der

Themse liegenden Tonschicht vorfanden, ein hydraulisches Bindemittel herzustellen lehrte, das den Namen „Romancement“ erhielt, weil er ebenso vortreffliche hydraulische Funktionen besitzen sollte, wie der Puzzeolan- und Traßmörtel der alten Römer.

Solche Kalkmergelnieren finden sich in Frankreich bei Boulogne sur mer, in Deutschland in Franken und auf Rügen.

Endlich gelang es nach mühevollen, langjährigen, empirischen Versuchen einem Maurermeister in Seeds in England, JOSEPH ASPDIN, durch eine richtige Mischung von Kalkstein und Ton und Anwendung der dazu nötigen Brenntemperatur zum ersten Male einen künstlichen, hydraulischen Mörtel herzustellen, der den Namen Portlandcement erhielt, unter Bezugnahme auf den damals vielfach verwendeten Haustein, den Portlandstein.

Das englische Patent, das J. ASPDIN für seine Entdeckung am 21. Oktober 1824 erhielt, hat wohl heute noch historisches Interesse; es lautete:

„Der Schlamm oder Staub von mit Kalkstein gepflasterten Wegen, oder wenn dieses Material nicht in genügender Menge zu haben ist, Kalkstein gebrannt oder gelöscht, wird mit einer bestimmten Menge Ton mit Hilfe von Wasser durch Handarbeit oder irgendwelche Maschinen zu einem unfühlbaren Brei vermischt, die plastische Masse wird getrocknet, dann in Stücke gebrochen und gebrannt, bis alle Kohlensäure entwichen ist, das gebrannte Produkt wird durch Mahlen, Kollern oder Stampfen in Pulver verwandelt und ist zum Gebrauch fertig.“

Die wesentlichsten Punkte, auf welche die moderne Portlandzementfabrikation sich stützt, sind in diesem englischen Patent schon enthalten; und seitdem datiert die fabrikmäßige Herstellung dieses Bindemittels in England.

Nachdem die Fabrikation dieses Mörtels bis etwa zum Jahre 1850 auf England beschränkt blieb, wurde das erste Portlandzementwerk in Deutschland, erst in Züllichow, dann in Stettin, im Jahre 1855 gegründet; seit dem Jahre 1870 nahm diese deutsche Industrie einen gewaltigen Aufschwung, so daß schon in dem Zeitraum von 1877 bis 1891 die Zahl der Werke um das Zweieinhalbfache wuchs.

Deutschland hat jetzt in bezug auf die Nettoausfuhr von Portlandzement England und Frankreich überholt; sie betrug in 1000 tons in den Jahren

	Deutschland:	Frankreich:	England:
1897	482	209	392
1900	524	300	406



Die Portlandzementfabrikation würde nicht diese großartige Entwicklung in den letzten Jahrzehnten durchlaufen haben, wenn nicht eine neue Entdeckung ihr ein neues und größeres Verwendungsfeld, als es Portlandzement in seiner Eigenschaft als hydraulischem Mörtel bisher zugekommen war, erobert hätte.

Diese neue Entdeckung fiel merkwürdigerweise einem französischen Gärtner, Namens MONIER zu, der es wagte, zum ersten Male Eisen mit Zement bzw. Beton zu verbinden, um auf diese Weise Pflanzenkübel und Gartengeräte herzustellen.

Dieser scheinbar einfachen Entdeckung sollte eine gewaltige Zukunft beschieden sein; denn auf ihr basiert der Eisenbetonbau, dessen Entwicklung sich immer noch in aufsteigender Linie bewegt.

Diese Entdeckung mußte einem Laien zufallen, da ein Chemiker und Physiker sich sofort sagen mußte, daß das Eisen im Zement bzw. Beton oxydiert und zerstört werden würde.

Wenn es trotzdem unoxydiert bleibt, ja sogar angerostetes Eisen im Zement entrostet wird, so liegt das erstere daran, daß von allen unedlen Metallen allein das Eisen von Alkalien und alkalischen Erden nicht angegriffen wird, der Zement aber beim Anrühren mit Wasser eine starke alkalische Reaktion infolge des hydrolytisch abgespaltenen Kalkes gibt, die nun eine schützende Wirkung vor der Oxydation ausübt, das zweite daran, daß dieser Kalk unter Mitwirkung der Kohlensäure der Atmosphäre in sauren, kohlensauren Kalk übergeht, und zusammen mit dem im Zement enthaltenen Gips und Alkalisulfat das Eisenoxyd auflöst. Die Natur scheint es hierbei geradezu auf einen Endzweck abgesehen zu haben, da eben von allen unedlen Metallen, Zinn, Zink, Kupfer, Blei, und Legierungen, wie Messing und Bronze allein das Eisen, das technisch brauchbarste, billigste, und am leichtesten zugängliche Metall diese Eigenschaften besitzt.

Relativ spät ist der Eisenbeton, dieses wirklich modern zu bezeichnende, vortreffliche Baumaterial entdeckt worden; freilich wäre zur Bronzezeit die Kombination Beton-Bronze unmöglich gewesen, weil ja eben die Bronze, wie Messing und alle unedlen Metalle von den Alkalien zerstört und angegriffen werden.

In letzter Zeit hat die Zementfabrikation einige weitere Fortschritte aufzuweisen gehabt, indem sie technische Abfallprodukte dabei zu verwerten verstand. Namentlich in dem an Hochofen reichen Westfalen und Rheinland wird aus der sonst technisch wertlosen Hochofenschlacke ein Eisenportlandzement hergestellt, der ähnliche Eigenschaften und Vorzüge wie der Portlandzement



besitzt. Er wird aus einer Mischung von äußerst fein gemahlener Hochofenschlacke und Kalksteinmehl und durch Brennen derselben gewonnen, und ihm etwa noch 30 v. H. granulierte, d. h. mit kaltem Wasser abgeschreckte Hochofenschlacke hinzugefügt.

Selbst die Verbrennungsschlacke, die beim Verbrennungsprozeß der Müllabfälle größerer Städte resultiert, wird jetzt zur Herstellung von Betonkörpern verwendet.

Das Gebiet der Anwendbarkeit des Zements und des Eisenbetons hat sich seit den Tagen der alten Römer enorm vergrößert, und ist jetzt fast ein unumschränktes, und zahllos sind die Produkte, die die Zementwarenindustrie auf den Markt bringt.

Die angebliche Kenntnis des Blitzableiters vor Franklin.

Von Dr. RICHARD HENNIG.

I. Die Literatur über die Streitfrage.

Die Streitfrage, ob die Völker des vorchristlichen Altertums bereits den Blitzableiter, wie ihn uns Franklin beschert hat, gekannt haben, oder doch mindestens eine Methode, mit Hilfe von blitzableiterähnlichen Vorkehrungen den Blitz anzuziehen und die Unwetter unschädlich zu machen, ist beinahe ebenso alt wie der FRANKLINsche Blitzableiter selbst. Außerordentlich viel ist seit fast 140 Jahren darüber hin und her diskutiert worden. Soviel ich sehe, waren POINSINET DE SIVRY und der Regensburger Gymnasialrektor JOHANN PHILIPP OSTERTAG die ersten Forscher, die, schon wenige Jahrzehnte nach den ersten, Aufsehen erregenden Experimenten FRANKLINS, DALIBARS, RICHMANNS, PROKOP DIVISCHS usw., mit der Behauptung hervortraten, die wundervolle, neue Kunst, den gefürchteten Blitz des Jupiter tonans unschädlich zu machen und nach Belieben abzulenken, sei bereits im Altertum bekannt gewesen und nur im Laufe der Jahrtausende wieder in Vergessenheit geraten, bis sie von FRANKLIN aufs neue entdeckt wurde. Der erste Versuch eines Nachweises, daß schon die Alten die Kunst besessen hätten, die Gefahren des Gewitters zu meistern, stammt aus dem Jahre 1771 und zwar von POINSINET DE SIVRY[1]). Ihm folgten in Deutschland zunächst OSTERTAG[2]), später LICHTENBERG und MICHAELIS[3]), BENDAVID[4]), HIRT[5]), SCHWEIGGER[6]), FISCHER[7]), außerdem in Frankreich DUTENS[8]), DE LA BOISSIERÊ[9]), SALVERTE[10]), MORAND[11]), JEHAN[12]), FOURNIER[13]), BOULLET[14]), COQUEREL[15]), AMPÈRE[16]), SESTIER und MÉHU[17]), LOUDUN[18]), in England FALCONER[19]), in Dänemark MÜNTER[20]) in Italien VASSALI[21]) und CORTENOVIS[22]).

Dieser beträchtlichen Anzahl von Anhängern der Hypothese von der Existenz antiker Blitzableiter standen nur verhältnißmäßig wenige Gelehrte gegenüber, die eine solche Annahme für unzulässig erklärten und das vorhandene Beweismaterial anders gedeutet wissen



wollten, so in Deutschland IDELER[23]), in Italien MICALI[24]) und BIANCONI[25]), in Frankreich ARAGO[26]) und, als ganz besonders wertvoller Zeuge, MARTIN[27]).

Mit dem Erscheinen des ausgezeichneten Werkes von MARTIN, das die ganze Streitfrage mit der denkbar größten Gründlichkeit prüfte und auf Grund elner kritischen Prüfung des gesamten vor rund einem halben Jahrhundert vorhandenen Materials zu einer Ablehnung der Hypothese von den antiken Blitzableitern gelangt war, konnte man 1866 das damals schon fast 100 Jahre alte Thema als einstweilen erledigt betrachten. Da wurde jedoch nicht viel später durch BRUGSCH[28]) und DÜMICHEN[29]) altägyptisches Material bekannt, das die ganze scharfsinnige Arbeit MARTINS über den Haufen werfen zu wollen schien. Noch bevor DÜMICHENS Untersuchungen veröffentlicht worden waren, hatte CARUS STERNE[30]), der mit ihrem Inhalt schon vorher vertraut wurde, in einer umfangreichen, geistvollen Abhandlung die Meinung vertreten, es könne nun nicht mehr daran gezweifelt werden, daß der FRANKLINsche Blitzableiter wirklich im Altertum schon bekannt gewesen sei. In der Folgezeit ist m. W. außer einer kleinen Abhandlung von BRUGSCH-PASCHA[31]), der ebenso wie alle andren Ägyptologen der damaligen Zeit, DÜMICHEN, EBERS usw., für die altägyptischen Blitzableiter eine Lanze brach, nur noch eine umfangreiche Schrift von v. URBANITZKY[32]) über den Gegenstand erschienen. Diese Arbeit ist zweifellos die beste, die in der deutschen Literatur vorhanden ist; freilich fußt sie im wesentlichen auf MARTINS Werk und setzt sich merkwürdigerweise mit dem wichtigsten Beweismaterial, den damals schon bekannten ägyptischen Tempelinschriften, überhaupt nicht auseinander, so daß diese eine kritische Würdigung (wenn man von ihrer Zitierung bei STERNE absieht) bisher überhaupt noch nicht gefunden haben.

Bis zum Erscheinen der Arbeit v. URBANITZKYS war seit dem Tagen POINSINFT DE SIVRYS kein Jahrzehnt vergangen, das nicht einen oder mehrere Beiträge zur Lösung des Problems brachte. Um so merkwürdiger ist es, daß nach der Veröffentlichung v. URBANITZKYS, also seit mehr als 20 Jahren die so lange und so heiß umstrittene Frage nach der Existenz der antiken Blitzableiter — abgesehen von einzelnen kurzen, feuilletonartigen Betrachtungen, denen auch BRUGSCHS erwähnter Reklam-Aufsatz zugezählt werden muß — nirgends wieder in gründlicher und umfassender Weise behandelt worden zu sein scheint. Dieses lange Schlummern des alten Gelehrtenstreits kann jedoch nur eine Wirkung des Zufalles sein, denn entschieden war die Streitfrage in diesen 20 Jahren



vielleicht weniger denn je zuvor: das wichtigste Material, das die Ägyptologen beigebracht haben, ist bis zur Stunde überhaupt kaum unter die kritische Lupe genommen worden, und die beiden letzten und gleichzeitig besten und gründlichsten Arbeiten über das Thema, die in deutscher Sprache erschienen sind, die von STERNE und v. URBANITZKY, kommen bezeichnenderweise zu genau entgegengesetzten Ergebnissen! Es ist deshalb vielleicht nicht unangebracht, die alte Streitfrage wieder einmal aufleben zu lassen, den gegenwärtigen Stand der Diskussion abzuwägen und an der Hand einigen neuen Materials den Versuch zu machen, die Debatte zu einem vorläufigen Abschluß zu bringen.

II. Das vorhandene strittige Beweismaterial.

Betrachten wir das von verschiedenen Autoren gesammelte Beweismaterial zunächst ohne jeden Kommentar, so wird der unbefangene Leser gestehen müssen, daß man, allem Anschein nach, um die Annahme der Existenz von antiken Blitzableitern kaum wird herumkommen können, um so weniger, als von ganz verschiedenen Völkern die Kenntnis von der blitzableitenden Wirkung senkrecht im Boden stehender, oben zugespitzter, metallener oder metallbeschlagener Masten, Stangen usw. berichtet wird.

Die älteste derartige Kunde, die auf uns gekommen ist, stammt bereits aus dem 15. Jahrhundert v. Chr. Geb. Ungefähr um diese Zeit wurden nämlich — nach DÜMICHEN und BRUGSCH-PASCHA — die egyptischen Tempel von Edfu und Dendera und das Pylon von Medinet-Abu erbaut, die mit schützenden Blitzableitern versehen gewesen sein sollen. Die genannten Ägyptologen schließen dies daraus, daß vor jenen Tempeln zwei gewaltige, die Höhe des Heiligtums überragende Türme oder Obelisken standen, die mit vergoldetem Kupfer beschlagen waren und große, mit Flaggen geschmückte Masten oder „Flaggenbäume" trugen. Diese Masten, die, vom Erdboden beginnend, in steinernen Rinnen an den Obelisken entlang liefen und noch hoch über diese hinausragten, liefen in eine scharfe Spitze aus, zu dem ausgesprochenen Zweck, die Unwetter zu verscheuchen. Am Tempel von Edfu findet sich z. B. eine aus der Zeit der Ptolemäer (ca. 3. Jahrhundert v. Chr. Geb.) stammende Inschrift, die nach BRUGSCH[28]) zu lesen ist:

> „Doppelmastbäume sind an ihrer Stelle in ihrer Gestalt von Paaren, um zu brechen das Unwetter, dieses, des Himmels. Eine Flagge ist auf ihrer Spitze aus weißem Zeuge, grünem Zeuge, blauem (?) Zeuge."

Ähnlich lautet eine Inschrift am Tempel von Dendera (nach DÜMICHEN[29]):



„Der Portalbau, dessen Bekrönung zum Himmel ragt, auf seinen beiden Seiten zwei Holzmasten, an ihrer Spitze beschlagen mit Kupfer; Pyramidion-Spitzen befinden sich an ihnen, um zu brechen das aus der Höhe kommende Unwetter."

Am Tempel von Medinet Abu, der aus der Zeit Rhamses' III stammt (ca. 1300 v. Chr. Geb.), standen nach BRUGSCH[31]) sogar vier derartige hölzerne Masten mit Spitzen aus vergoldetem Kupfer. Auf Grund dieser Befunde und des Inhaltes der Inschriften mußte man scheinbar notgedrungen annehmen, daß bei den alten Egyptern die Kenntnis der Blitzableitergesetze vorhanden gewesen war. DÜMICHEN gab dem allgemeinen Empfinden treffenden Ausdruck, wenn er an der genannten Stelle schreibt:

„Welche Erklärung, frage ich, bietet sich uns für hohe, über das Gebäude hinausragende Holzmasten, die mit Kupfer beschlagen und an den Spitzen vergoldet waren und den Zweck hatten, das aus der Höhe kommende Unwetter abzuwehren? Es hält in der Tat schwer, nach der in den Inschriften von ihnen gegebenen Beschreibung eine andere Bestimmung für sie anzunehmen als die von Blitzableitern und sollte es zulässig sein, den Ägyptern bereits die Kenntnis des Blitzableiters zuzuschreiben, dann würden wir zweifellos in jenen hochragenden Mastbäumen der ägyptischen Tempel die ältesten Blitzableiter haben."

Und ebenso lautete das Urteil BRUGSCHS[33]):

„Eine vergoldete Kupferspitze auf einer riesengroßen Spitzsäule aus Granit (?) stellte einen Blitzableiter dar, wie man ihn sich nicht besser wünschen konnte ..... Die Blitzableiter im größten Stile, den je die Welt gesehen, „schnitten das Gewitter" und dienten gleichzeitig zum Schutze der zu ihren Füßen liegenden Tempel ...... Das scheint mir so klar auf der Hand zu liegen, daß kaum eine andere Deutung möglich ist." (ähnlich auch im Aufsatz von 1871[28]).

Diese Annahme mußte scheinbar zunächst noch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnen, daß zwei weitere Inschriften am Tempel von Edfu die beiden Masten ausdrücklich mit den beiden Schwestern des Osiris, Isis und Nephtys, verglichen, die ihren Bruder und Herrn gegen die Angriffe des bösen Typhon, des Gewittergottes, schützen. Die eine von diesen beiden Inschriften lautet nämlich nach DÜMICHEN[29]):

„Als ein Geschwisterpaar ragen sie zum Himmel, beschlagen mit Kupfer des fremden Landes (Asien) gleich den beiden Schwestern Isis und Nephtis, den großen, welche sind im Schützen über den Osiris und im Wachen über den Gebieter, auf beiden Seiten"

und nach BRUGSCH[34]):

„(sie) sind die beiden Schwestern Isis und Nephtys, welche Osiris behüten und über den König der Tempelwelt wachen."

Ich versage es mir zunächst, in eine Kritik des Sinnes einzutreten und betrachte zunächst die Tatsachen weiter, um nachher eine gemeinsame Kritik des ganzen Materials zu ermöglichen.



Wir finden die merkwürdigen Tempelsäulen der Ägypter interessanterweise bei der Schilderung des ältesten, von SALOMO erbauten Tempels in Jerusalem getreulich wieder. Die Beschreibung dieses berühmten altjüdischen Tempels, wie sie uns das 1. Buch der Könige liefert, scheint ein kulturhistorisch sehr bedeutsamer Beleg dafür zu sein, wie weitgehend im zweiten vorchristlichen Jahrtausend der Einfluß des ägyptischen Vorstellungs- und Gedankenkreises auf das Volk der Israeliten gewesen sein muß, ungeachtet des Strebens der jüdischen Nation, allen heidnischen Einfluß fernzuhalten. An der angegebenen Stelle der Bibel werden uns jene Säulen vor dem Salomonischen Tempel, die bemerkenswerterweise sogar, ähnlich wie die „Geschwister" genannten ägyptischen Tempelsäulen, eigene Namen hatten, in folgenden Worten geschildert[35]:

„Und machte zwo eherne Säulen, eine jegliche 18 Ellen hoch, und ein Faden von zwölf Ellen war das Maaß um jegliche Säule her. Und machte zween Knäufe von Erz gegossen, oben auf die Säulen zu setzen und ein jeglicher Knauf war fünf Ellen hoch. Und es waren an jedem Knauf oben auf der Säule sieben geflochtene Reife, wie Ketten. Und machte an jeglichem Knauf zwo Reihen Granatäpfel umher an einem Reif, damit der Knauf bedeckt ward. Und die Knäufe waren, wie die Rosen vor der Halle, vier Ellen groß. Und der Granatäpfel in den Reihen umher waren zweihundert, oben und unten an dem Reif, der um den Bauch des Knaufs herging, an jeglichem Knauf, auf beiden Säulen. Und er richtete die Säulen auf vor der Halle des Tempels. Und die er zur rechten Hand setzte, hieß er Jachin, und die er zur linken Hand setzte, hieß er Boas".

Der Zweck der vor dem Salomonischen Tempel stehenden Säulen, die, genau ebenso, auch von JOSEPHUS[36]) und mit einer Abweichung (Höhe 35 Ellen) auch im 2. Buch der Chronika[37]) beschrieben werden, wird zwar in der Bibel nicht genannt. Angesichts des wohl zweifellos ägyptischen Ursprungs dieser Einrichtung könnte man jedenfalls vermuten, daß auch sie nebst ihrem eigenartigen Aufsatz von „Knäufen" oder Zinken (Kataroth) dazu dienten, „das Gewitter zu schneiden".

Im Hinblick auf die erhöhte Lage des Tempels behauptet CARUS STERNE sogar, die Masten hätten für die ganze Stadt Jerusalem wie ein riesiger Blitzableiter gewirkt. Diese Behauptung scheint überraschend in Verbindung mit der Tatsache, daß uns allerdings niemals von einem Blitzschlag in die altjüdischen Tempel von Jerusalem etwas überliefert worden ist, obwohl ihre hohe Lage sie als Blitzziel besonders geeignet erscheinen lassen mußte. Aber ist dies wirklich so sehr merkwürdig? Man darf zwar als sicher annehmen, daß ein Blitzschlag in die drei zeitlich einander ablösenden Tempel des SALOMO (990—586 v. Chr.), des SERUBBABEL (516—21 v. Chr.



und des HERODES (21 v. Chr. bis 70 n. Chr.), wenn er jemals erfolgt wäre, uns auch überliefert worden wäre, und man kann daraus schließen, daß ein Blitzschlag in den Tempel wirklich nie erfolgt ist. Aber man muß doch auch bedenken, daß in Palästina, ebenso wie in Ägypten, die Gewitter sehr seltene Erscheinungen sind. In Jerusalem gibt es nach A. KLOSSOVSKYS Karte der Gewitterverbreitung auf der Erde [38]), noch nicht 5 Gewittertage im Jahr; in manchen Jahren scheinen daselbst überhaupt keine Gewitter vorzukommen — im Jahr 1898 beobachtete man z. B. nur ein einziges! Nun ist ja zwar die Omar-Moschee, die gegenwärtig an der Stelle des altjüdischen Tempels auf dem Berge Morsah steht, nach einer Angabe NEUMANNS [39]) ein einziges Mal, im Jahre 1815, vom Blitz getroffen worden; dennoch kann es bei der Seltenheit der Gewitter in Jerusalem kaum Verwunderung erregen, wenn wirklich in ein paar hundert Jahren ein schwerer Blitzschlag — vielleicht! — den Tempel nie getroffen hat. Keinesfalls kann man daraus allein den Schluß ziehen, daß eine blitzableitende Wirkung bestanden haben **muß**. Die Bedeutung der Säulen vor dem Salomonischen Tempel bleibe daher zunächst dahingestellt.

Über den zweiten Tempel in Jerusalem, der von SERUBBABEL unter des DARIUS Regierung erbaut, im Jahr 516 v. Chr. Geb. vollendet wurde [40]) und bis zur Zeit des HERODES stand, sind uns irgend welche Einzelheiten, wie er ausgesehen hat, nicht überliefert worden. Um so genauer sind wir über den dritten und großartigsten der jüdischen Tempel in Jerusalem unterrichtet, der von HERODES dem Großen im Jahre 21 v. Chr. G. vollendet wurde und bei der Eroberung der Stadt durch TITUS (70 n. Chr.) zugrunde ging. FLAVIUS JOSEPHUS gibt uns wiederholt [41]) eine ganz eingehende Beschreibung dieses großartigen Baus. An diesen dritten Tempel und seine Bauart hat nun der Streit um Sein- oder Nichtsein der antiken Blitzableiter von jeher mit besonderer Lebhaftigkeit angeknüpft. JOSEPHUS berichtet nämlich von dem Herodianischen Tempel u. a. folgendes [42]):

> „Der äußere Anblick des Tempels bot alles dar, was nur Auge und Seele entzücken konnte. Auf allen Seiten mit dicken, goldenen Platten bekleidet, schimmerte er in der Morgensonne im hellsten Feuerglanz und blendete die Augen gleich den Sonnenstrahlen .... **Seine Spitze starrte von scharfen goldenen Spießen** (*κατὰ κορυφὴν δὲ χρυσέους ὀβελοὺς ἀνεῖχε τεθηγμένους*).

In diesen „scharfen, goldenen Spießen" haben nun, seitdem LICHTENBERG u. MICHAELIS in wiederholten Briefen [3]) ihre Meinungen darüber austauschten, zahlreiche Interpreten eine Blitzableiteranlage



erkennen wollen, und zwar gleich eine allermodernsten Stils, die sich nicht mit einem einzigen Blitzableiter begnügt, sondern, zur Erhöhung der elektrizitätzerstreuenden Wirkung, deren gleich eine große Anzahl benutzt. Zwar fügte JOSEPHUS seiner Schilderung sogleich den sehr trivialen Zweck jenes Meeres von goldenen Spießen zu:

„damit er (der Tempel) nicht von einem sich darauf niederlassenden Vogel verunreinigt würde (*ὡς μὴ τινι προσκαθεζομένῳ μολύνοιτο τῶν ὀρνίθων*“).

Aber trotz dieses Zeugnisses beharrt z. B. CARUS STERNE[30]) darauf, daß jene Spitzen Blitzableiter gewesen seien, und meint, JOSEPHUS habe 'sich obige Erklärung nur zurechtgelegt, weil er mit den geheim gehaltenen Kenntnissen und Mysterien der jüdischen Priesterschaft nicht vertraut gewesen sei und demgemäß den wahren Zweck der goldenen Spieße nicht gekannt habe. Der Beweis dafür, daß diese nicht bloß den Zweck gehabt haben könnten, ein Beschmutzen des goldenen Daches durch Vögel zu verhindern, daß sie vielmehr eine andere Hauptaufgabe zu erfüllen hatten, liegt ihm in der Länge der erwähnteu Spitzen, die nach seiner Ansicht ziemlich groß gewesen sein muß, da die Priesterschaft, als sie sich bei der Eroberung der Stadt vor den anstürmenden Römern auf das Dach des Tempels zurückzog, eben jene goldenen Spitzen als Wurfgeschosse verwandten, wie JOSEPHUS[43]) berichtet

Es wird noch näher zu prüfen sein, was es mit dieser Behauptung auf sich hat. Betrachten wir zunächst weiter das vorhandene Tatsachen-Material, auf das sich die Behauptung von einer als Mysterium behandelten Kenntnis des Blitzableiters bei den verschiedensten Völkern des Altertums stützt.

Wir können eine größere Anzahl von Belegstellen, die phantasiebegabte Antoren dereinst für die Kenntnis des Blitzableiters im Altertum ins Feld führten, übergehen, da sie durch MARTIN u. a. einwandfrei widerlegt worden sind. Nur das wichtigste Beweismaterial sei nachstehend behandelt.

Als besonders schlagender Beleg für das wirkliche Vorhandensein antiker Blitzableiter wurde vielfach eine aus dem KTESIAS stammende Literaturstelle zitiert, die sich in dem von PHOTIUS überlieferten Bruchstück seines Werkes „de rebus Indicis“ findet:[44])

„Von diesem (Eisen) behauptet KTESIAS zwei Schwerter empfangen zu haben, das eine vom König (ARTAXERXES MNEMON), das andere von der Mutter des Königs, PARYSATIS. Ein derartiges Schwert vertreibt, wie er bestätigt, wenn es in die Erde gesteckt wird, Wolken, Hagel und Wirbelstürme (*νέφους καὶ χαλάζης καὶ πρηστήρων ἐστὶν ἀποτρόπαιον*); er behauptet, er habe selber zweimal den König diese Kunst ausüben sehen.“



Nun ist zwar der Bericht des KTESIAS, wie allgemein zugegeben wird, sicherlich mit allerhand sagenhaften und rein abergläubischen Elementen vielfach durchflochten, so z. B. wenn er an derselben Stelle behauptet, das Eisen, aus dem jene Schwerter angefertigt seien, stamme aus dem Grunde einer in Indien vorhandenen Quelle flüssigen Goldes. Immerhin ist die Nachricht von der unwetterablenkenden Wirkung der geheimnisvollen Schwerter merkwürdig, und wenn man auch nicht so weit geht, wie FISCHER, der KTESIAS auf Grund jener Notiz als einen „Franclinus ante Franclinum" anspricht[45]) so ist man doch zunächst geneigt, CARUS STERNES Urteil zu unterschreiben, der sich folgendermaßen darüber ausspricht[46]):

„Man erhält den Eindruck, als habe KTESIAS die Glocken läuten hören, ohne zu wissen, wo sie hängen. Anzunehmen, der bare Zufall des Aberglaubens habe metallene Spitzen für Wetterableiter erklärt, das erfordert meines Erachtens eine größere Leichtgläubigkeit, als die Annahme einer etwas entstellten Tatsache in der Erzählung."

Der von KTESIAS überlieferte Brauch dürfte altindischen Ursprungs gewesen sein. Eine bei PHILOSTRATUS vorkommende Stelle läßt darauf schließen: hier[47]) wird nämlich von einem alten indischen König GANGES berichtet, der

„einst sieben demantene Schwerter in die Erde gesteckt hatte, um das Land vor dem Nahen eines Schrecknisses zu bewahren."

Das genannte „Schrecknis" dürfte um so eher auf ein nahendes Unwetter zu deuten sein, als in der betreffenden Schrift wiederholt von allerhand zauberischen Künsten der Inder zur Abwehr oder Herbeilockung von Unwettern und überhaupt zur Beeinflussung der Witterung die Rede ist[48]).

Ganz Ähnliches wird von den alten Etruskern behauptet, von denen die Römer ihre Kenntnis der Naturerscheinungen großenteils übernommen hatten. Sie sollen mit Hilfe von geheimen Künsten verstanden haben, die Gewitter zu vertreiben, sogar in eine bestimmte Richtung zu lenken und überdies den Blitz vom Himmel herabzulocken. PLINIUS, der in seiner „Naturgeschichte"[49]) darüber berichtet, hält zwar nicht viel von ihren Künsten; grade aber weil er behauptet, unter den etruskischen Geheimlehren sei „einiges zuverlässig und anderes zweifelhaft, den einen gelte es als erwiesen, den andern als verwerflich", hat man auch den Etruskern die Kenntnis des Blitzableiters zugeschrieben. Was es mit dieser Behauptung auf sich hat, wird noch weiter unten nachzuprüfen sein.

Einen weiteren Beleg für die Richtigkeit der Annahme, daß schon in vorchristlicher Zeit der FRANKLINsche Blitzableiter in



seinen Grundzügen bekannt gewesen sein muß, brachte im Januar 1843 die französische Zeitschrift „Le Portique“ in einem Aufsatz „Histoire du paratonnere“. Er stützt sich auf eine Notiz des alten Kabbalisten HOLFENGEN, deren Original ich leider, trotz emsigen Bemühens, nicht aufzufinden vermochte, und die nach der Mitteilung FOURNIERS folgendermaßen lautete [50]:

„Während eines Gewitters legten sich die Äduer und Tholosaner in der Nähe von Quellen nieder, nachdem sie zuvor eine Fackel entzündet und ihr bloßes Schwert, mit der Spitze nach oben, neben sich aufgepflanzt hatten. Dann kam es oft vor, daß der Blitz in die Spitze dies Degens schlug, ohne dem Krieger ein Unheil zuzufügen, daß er alsdann unmittelbar ins Wasser übersprang (escouloit), wo er erst flüssig wurde und dann, zur Zeit großer Hitze, erstarrte“.

FOURNIER bemerkt zu dieser eigenartigen Literaturstelle, scheinbar mit vollem Recht:

„Es ist nur noch ein Schritt von dem keltischen Degen, der, mit der Spitze nach oben, dem Himmel zugekehrt, in die Erde gesteckt wurde, bis zum Blitzableiter“.

Nach einer weiteren Notiz FOURNIERS die sich in einer entsprechenden Bemerkung DE LA BOISSIÈRES [9] wiederfindet, sollen auch bei den Chinesen schon in alter Zeit zugespitzte Bambusstäbe im Gebrauch gewesen sein, die den Blitz anzuziehen vermochten und long-tchy (Donner-Pfeil) genannt wurden. FOURNIER verweist zum Belege dafür auf ein altchinesisches Quellenwerk Penthaokangmon 37, 12, das ich mir aber, trotz eifriger Bemühung, nirgends verschaffen konnte.

Die verschiedenen voneinander unabhängigen Literaturstellen, die für sehr verschiedene Völker der antiken Welt den auffallenden Gebrauch nachweisen, mit Hilfe von aufwärts in die Erde gesteckten, blanken Schwertern Gewitter und Blitzschläge, wirklich oder vermeintlich, unschädlich zu machen, scheinen denen Recht zu geben, die, wie CARUS STERNE, annehmen, unmöglich könne der bloße Zufall dazu geführt haben, metallene Spitzen für Wetterableiter anzusehen, und die demgemäß eine Kenntnis des Blitzableiters bei den Alten, wenigstens in Gestalt einer priesterlichen Geheimwissenschaft, voraussetzen. — Daß man im Altertum ein geheimes Wissen auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre besaß, haben verschiedene Forscher in scharfsinniger, wenn auch zuweilen phantastischer Weise an der Hand eines umfangreichen Beobachtungsmaterials nachweisen zu können geglaubt, so insbesondere SCHWEIGGER [6], FISCHER [7] u. a., in neuerer Zeit vor allem STERNE [30].

Es ist hier nicht der Ort, eine Auseinandersetzung mit dem von jenen Forschern beigebrachten Material zu suchen. Zum Teil

haben MARTIN und v. URBANITZKY die einseitig übertriebenen Behauptungen der älteren Schriften widerlegt oder auf ihren wahren Wert zurückgeführt. Die Beweisführung STERNES hingegen bedarf großenteils einer sorgsamen Nachprüfung, obwohl sich nicht leugnen läßt, daß sie, die sich an den von BAILLY, DUTENS und FISCHER entwickelten Gedankengang im wesentlichen anschließt, zunächst recht bestechend ist und wirklich mit hoher Wahrscheinlichkeit für tiefgründige, geheime Kenntnisse des Altertums auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre und insbesondere in der Beherrschung der atmosphärischen Elektrizität zu sprechen scheint. Aus zahlreichen Stellen der Literatur, nicht zum wenigsten der Bibel, folgert STERNE, daß eine geheime Priesterwissenschaft bei verschiedenen Völkern des Altertums bestanden haben müsse, welche die atmosphärische Elektrizität aufzuspeichern, abzuleiten oder sonst zu lenken wußte; die ägyptischen Funde DÜMICHENS scheinen ihm den letzten, unumstößlichen Beweis dafür zu enthalten, daß derartige erst in neuerer Zeit wieder gewonnene Kenntnisse tatsächlich schon vor Jahrtausenden existierten, und er trägt kein Bedenken, z. B. in der Bundeslade der alten Israeliten und in der Stiftshütte des Moses ungeheure elektrische Batterien zu sehen, gestützt auf Mose II, 40, 35; Mose III, 9, 23—24; 10, 2 und 16, 2, Mose IV, 9, 15; 14, 10 und 16, 19 und 35; Mose V, 4, 24; 1. Sam. 5, 11 und 6, 19; 1. Kön. 8, 10; 1. Chron. 14, 9—10. Ebenso glaubt STERNE auf Grund von 1. Kön. 18, 38 und 2. Kön. 1, 10, daß ELIAS die Kunst gekannt habe, den Blitz vom Himmel zu locken und daß er schließlich bei Ausübung dieser Kunst, ein antiker RICHMANN, vom Wetterstrahl erschlagen wurde (2. Kön. 2, 11). Auch dem ZOROASTER schreibt er auf Grund der Sage, er sei im feurigen Wagen gen Himmel gefahren, die gleiche Kunst und das gleiche Ende zu. In der Prometheussage, in der Legende vom verschleierten Bild zu Sais, das, wie die jüdische Bundeslade, diejenigen, die ihm zu nahe kommen, erschlägt, in den zu Canopus und Eleusis gepflegten Mysterien, im Kabirendienst von Samothrake, in der alten Überlieferung von den „Kruggöttern“, in den geheimen Künsten der altindischen Weisen, die nach dem Zeugnis des PHILOSTRATUS [51]) „anrückende Feinde nicht in Schlachten bekämpfen, sondern als heilige und von Gott geliebte Männer durch Lufterscheinungen und Blitzstrahlen vertreiben“, und vor allem in der schon erwähnten, geheimnisvollen etruskischen Blitzlehre, die von den römischen Königen übernommen worden sein soll — überall sieht STERNE Spuren jener geheimnisvollen Kenntnis der Alten in der



Beherrschung der atmosphärischen Elektrizität. An die etruskische Blitzlehre und insbesondere an die Künste des NUMA POMPILIUS, der ebenso wie MOSES, ELIAS, ZOROASTER, PROMETHEUS den Blitz angeblich zu lenken verstand, haben ja schon vor STERNE zahlreiche Forscher ihre Beweisführung von der Existenz sehr alter Blitzableiter-Kenntnisse mit Vorliebe angeknüpft; unter ihnen hat sich besonders FISCHER durch ungemein rege Phantasie hervorgetan. Der dem Juppiter gelegentlich[52]) gegebene Beiname Elicius hat von jeher besonderen Anlaß gegeben, die Behauptung von einem möglichen „Herablocken" des Blitzes als erwiesen zu betrachten, zumal da der in das etruskische Wissen eingeweihte NUMA einen eignen Elicius-Kultus eingerichtet haben soll. Einige Verse in den „Fasten" des OVID[52]) enthalten den Beweis, daß dieser Kultus wirklich ein „Herablocken" des Blitzes bezweckte:

„Wieder vom Himmel gelockt wirst, Juppiter, du und die Spätern feiern bis heutigen Tag dich als Elicius noch". (Eliciunt caelo te, Juppiter, unde minores Nunc quoque te celebrant Eliciumque vocant)".

Auch aus Livius I, 20, 7 geht ganz klar hervor, daß Juppiter Elicius keine andere Bedeutung haben kann als „der herabzulockende Juppiter" (= Blitzstrahl): „ad ea (fulmina) elicienda ex mentibus divinis Jovi Elicio aram in Aventino dicavit". Nicht nur dem NUMA POMPILIUS sagte man nach, er verstehe den Blitz aus dem Himmel zu ziehen, wie LIVIUS I, 31, 8 berichtet, sondern auch u. a. dem ROMULUS und dem TULLUS HOSTILIUS, welch letzterer schließlich, als er die Kunst eines Tages „non rite" ausübte, vom Blitz erschlagen wurde, wie angeblich unter gleichen Umständen auch MOSES, ELIAS, ZOROASTER und vielleicht auch ROMULUS.

Aus der nachchristlichen Zeit werden, bis ins späte Mittelalter hinein, gelegentlich Ereignisse und Gebräuche berichtet, die wieder auf eine geheime Kunst, die Blitze zu lenken oder unschädlich zu machen, schließen lassen und die z. T. sogar unverkennbar an unsere modernen Blitzableiter erinnern.

Da haben wir vor allem die merkwürdige Bezeichnung der 12. römischen Legion als legio fulminata (auch fulminea oder fulminatrix), die sich in der späteren Zeit des römischen Kaiserreichs verschiedentlich findet und sogar in einigen altrömischen Inschriften[53]) wiederkehrt. Über die angebliche Veranlassung zu dieser Bezeichnung unterrichtet uns RUFFINUS, der seinerseits auf EUSEBIUS[54]) fußt und der auch TERTULLIAN und APOLLINARIS, nebst anderen griechischen und römischen Schriftstellern, als Gewährsmann namhaft macht, in folgender Weise[55]):



„Wie die Überlieferung berichtet, hat zur Zeit des Antoninus sein Bruder (?), der Cäsar Marcus Aurelius, als er gegen die Germanen und Sarmaten Krieg führte und sein Heer dem Verschmachten nahe war, erschöpft von der Hitze und im Zweifel, was zu tun sei, in einer Legion christliche Soldaten vorgefunden. Diese sollen (wie es bei unseren Glaubensgenossen Sitte ist) niedergekniet und gebetet haben, worauf Gott ihre Bitte erhörte und plötzlich, was niemand zu hoffen wagte, mit gewaltigen Regengüssen den Durst des gefährdeten Heeres stillte, für das die Christen zu ihm gefleht hatten, während die Feinde, von denen schon der Untergang zu drohen schien, durch zahlreiche Blitze und vom Himmel herabfallendes Feuer in die Flucht geschlagen wurden ...... Dieser (Apollinaris) berichtet auch, daß der Legion selbst, wegen des durch sie bewirkten Wunders eines so bemerkenswerten Ereignisses, ein eigner Name beigelegt wurde; der Kaiser soll ihr den Beinamen fulminea verliehen haben; Tertullianus teilt mit, daß noch Briefe vom Kaiser Marcus vorhanden sind, in denen diese Tatsache genauer berichtet wird".

Dieses sonderbare Ereignis, das sich im Jahre 173 oder 174 während des Feldzugs Marc Aurels gegen die Quaden zugetragen haben soll, wird ähnlich auch bei TERTULLIAN [56]) und DIO CASSIUS [57]) geschildert, jedoch mit einigen bemerkenswerten Abweichungen. Der Christ TERTULLIAN erzählt gleichfalls von dem durch das christliche Gebet bewirkten, erquickenden Regen, der das römische Heer vom Untergang errettete, weiß jedoch nichts von dem Gewitter, dessen angeblich willkürliche Erzeugung uns hier zumeist interessiert. Der Heide DIO CASSIUS hingegen fügt seinem eingehenden Bericht den Vermerk hinzu, daß, der Überlieferung nach, ein ägyptischer Magier, namens Arnuphis, durch ein Gebet zum segenspendenden Hermes und zu anderen Gottheiten das Wunder vollbracht habe! — Schon aus diesen Abweichungen erkennt man, auf wie schwachen Füßen die ganze Geschichte steht, die im übrigen den Typus einer Legende so deutlich erkennen läßt, daß man schon aus diesem Grunde davon absehen muß, sie als wissenschaftliches Beweismaterial für eine geheime Kenntnis der Blitzlenkung oder gar Blitzerzeugung in der römischen Kaiserzeit zu verwenden. — HARNACK hat den Beweis zu führen gesucht, [58]) daß als ursprüngliche Quelle der Wundergeschichte, die am Ende des 2. Jahrhunderts im römischen Reich allgemein bekannt gewesen zu sein scheint, ein von MARC AUREL an den Senat gerichteter brieflicher Bericht gedient habe, dessen ja auch TERTULLIAN und RUFFINUS Erwähnung tun. Um so mehr ist zu vermuten, daß die Fassung der Erzählung bei EUSEBIUS, TERTULLIAN und RUFFINUS, welche die Wunderkraft des christlichen Gebets herausstreicht, größtenteils eine nachträgliche Zutat und Ausschmückung tendenziöser Art ist.

Das der Legion beigelegte Epitheton lautet bei EUSEBIUS und DIO CASSIUS übereinstimmend *κεραυνοβόλος*, bei RUFFINUS fulminea

und in der von ORELLI[53]) wiedergegebenen Inschrift No. 6497 fulminata. Wie aber HARNACK[59]) dargelegt hat, dürfte dieses eigenartige Beiwort der 12. Legion gar nicht einmal auf das Regenwunder im Quadenkrieg zurückgehen, sondern schon älteren Datums sein, wobei der Grund für die seltsame Bezeichnung dunkel bleibt. Wendet doch DIO CASSIUS den Ausdruck *λεγεῶνα κεραυνοβόλον* wie einen ganz bekannten an, obwohl nach seiner Version die Künste eines einzelnen Magiers das Wunder vollbracht haben, und auch des EUSEBIUS Fassung *κεραυνοβόλον τῇ Ῥωμαίων ἐπικληθεῖσαν φωνῇ* läßt darauf schließen, daß die 12. Legion ihren Beinamen schon vor dem Jahre 173 geführt hat.

Merkwürdig und psychologisch interessant ist es, daß dieselbe Kraft, die hier von den christlichen Geschichtschreibern dem christlichen Gebet zugeschrieben wird, an anderer Stelle, ebenfalls von Christen, grade den heidnischen Opfern und den Anhängern des alten Götterglaubens nachgesagt wurde. Im Jahr 408, bei der Belagerung Roms durch ALARICH, sollen nämlich zwei Toskaner erschienen sein, die dem römischen Befehlshaber anboten, den Blitz auf die Barbaren zu lenken und ihr Lager anzuzünden. Der Kirchenhistoriker ZOSIMUS erzählt darüber[60]):

„Unter solchen Betrachtungen traf der Befehlshaber der Stadt, Pompeianus, einige, die aus Tuscien nach Rom gekommen waren und vorgaben, eine Stadt Narnias, habe sich von der obwaltenden Gefahr befreit und auf das Gebet zur Gottheit und den Dienst nach alter Sitte durch die entstandenen gewaltigen Blitze und Donner die drohenden Barbaren vertrieben. Durch Unterredungen mit ihnen wurde er von dem Nutzen der heiligen Gebräuche überzeugt. Da er aber die damals herrschende Meinung bedachte, so hielt er es für sicherer, um das, was er beabsichtigte, zu tun, alles dem Bischof der Stadt vorzutragen. Es war Innocentius, der das gemeine Wohl seiner eignen Meinung vorzog und heimlich erlaubte, zu tun, was sie wüßten. Sie erklärten, es werde der Stadt nicht nützen, wenn nicht die angenommenen Gebräuche vollzogen und in Gegenwart des Senats auf dem Kapitol und den öffentlichen Plätzen der Stadt die gesetzlichen Opfer dargebracht würden, wie sichs ziemte."

Auf diese Bedingung öffentlicher heidnischer Opfer wagten die christlichen Machthaber jedoch nicht einzugehen, und somit erfuhr man nicht, worin die angebliche Kunst der Tuscier und ihre Beherrschung der Gewitter bestand.

Doch auch abgesehen von solchen wenig glaubhaften, unverbürgten und ohne weiteres als Legende einzuschätzenden, alten Erzählungen, deren Zahl sich erheblich vermehren ließe, bietet uns die nachchristliche Zeit, vor allem merkwürdigerweise auch das Mittelalter, einige Überlieferungen, die nicht minder überraschend erscheinen, als einige der alten Literaturquellen, da auch sie, eben-



so wie diese, auf die Anwendung von Blitzableitern deutlich hinzuweisen scheinen. So ist in einem Aachener Edikt KARLS DES GROSSEN vom Jahre 789, das von GREGORIUS THOLOSANUS[61]) erwähnt wird, die Rede von langen, spitzen Stangen, die zur Abwehr von Hagelwettern dienten.

Wenige Jahrhunderte später soll der große Papst SYLVESTER II, der unter seinem eigentlichen Namen GERBERT seinen Zeitgenossen als gewaltiger Magier und Zauberer bekannt war, einige Tage vor seinem Tode (12. Mai 1003) die Kunst, den Blitz zu leiten und unschädlich zu machen, aufs neue erfunden haben. Woher diese Überlieferung stammt, habe ich nicht ergründen können. Eine Notiz darüber von sehr eigenartigem Charakter findet sich bei CAPEFIGUE[62]).

„Einige Tage vor seinem Tode erfand er noch die Mittel den Blitz abzuwenden, wenn das Gewitter über der Erde grollte. Gerbert ließ Stangen in die Erde pflanzen mit einem sehr spitzen Lanzenende, so gut, daß der Blitz sich sogleich wirbelnd unter der Erde verbarg."

FOURNIER, der diese Überlieferung gleichfalls erwähnt[63]), jedoch ohne die bei ihm sonst gewissenhaft durchgeführte Quellenangabe, verweist auf den Briefwechsel GERBERTS als Beleg. So sehr ich mich aber auch bemüht habe, in den verschiedensten Ausgaben der GERBERTschen Briefe, insbesondere in den kurz vor seinem Tode geschriebenen Briefen, irgend einen Anhalt zu finden, der die Entstehung jener Behauptung rechtfertigen konnte — mein Nachforschen ist vergeblich gewesen, und es bleibt mir bis auf weiteres nur die Annahme übrig, daß die Erzählung von der Erfindung des Franklin'schen Blitzableiters durch Papst SYLVESTER II nur eine der vielen Legenden ist, die über diesen großen und grundgelehrten Mann teils von seinen Zeitgenossen, teils von der Nachwelt in Umlauf gesetzt worden sind. Sollte dennoch irgendwo in den umfangreichen Werken GERBERT s eine Stelle zu finden sein, die auch nur halbwegs das enthält, was CAPEFIGUE von ihr behauptet, so würde sie sicherlich unter allen alten Literaturnachweisen, aus denen man eine Kenntnis des FRANKLINschen Blitzableiters vor FRANKLIN abzuleiten versucht hat, die interessanteste und beachtenswerteste sein.

Anders verhält es sich mit einer weiteren Stelle, aus der man eine Kenntnis des FRANKLINschen Blitzableiters im Mittelalter hat folgern wollen. Der heilige BERNARDINUS von Siena (1380—1444) rügt nämlich einen Schifferbrauch seiner Zeit als Aberglauben, der darin bestand, daß [man an die Mastspitze der Schiffe blanke

Schwerter mit der Spitze nach oben band, um dadurch aufziehende Gewitter unschädlich zu machen [64]):

„Was soll ich zu den Seefahrern sagen, die .... wenn sie ein Unwetter heraufziehen sehen, ein Schwert auf dem Mast des Schiffes befestigen!"

Hier scheint doch ein deutlicher Anklang an die ägyptischen Tempelsäulen, an die Schwerter des KTESIAS und manch andren Brauch des Altertums vorzuliegen. — Eine weitere Bestätigung dafür, daß man schon vor Franklin mit den Gesetzen der atmosphärischen Elektrizität in nicht geringem Maße vertraut war, liefert ja auch die vom Pater IMPERATI erzählte Geschichte von dem Verhalten der Schildwache am Schloß von Duino bei heraufziehendem Gewitter. Von dieser heißt es nämlich [65]):

„Am Schlosse von Duino gab es einen sehr alten Brauch, während eines Gewitters die Blitzgefahr zu prüfen. Die Schildwache näherte nämlich eine eiserne Pikenspitze einer eisernen Stange, die auf der Mauer errichtet war, und sobald sie bei der Annäherung einen Funken bemerkte, schlug sie Lärm und ließ den Hirten eine Warnung zugehen, sie möchten sich zurückziehen."

Diese letztere Erzählung läßt ja sicherlich nur eine einzige Art von Deutung zu und zeigt, daß wieder einmal die Erfahrung der Theorie weit vorausgeeilt war. — Was hat es nun aber mit allen den anderen zum Teil sicherlich überaus auffallenden Erzählungen für eine Bewandtnis? Von einigen wird man ohne weiteres annehmen dürfen, daß sie lediglich von der Legende erdichtet oder ausgeschmückt worden sind; aber es bleiben noch genug rätselhafte Berichte übrig, die so erstaunlich nahe an die Verwendung der modernen Blitzableiter anklingen, daß man sich, bei der Gleichheit des Zweckes, des Gedankens nicht zu erwehren vermag, daß im Altertum und Mittelalter wirklich hier und da eine Kenntnis des Blitzableiter-Schutzes, wenn auch vielleicht als priesterliches Mysterium, bestanden habe.

Ist nun eine solche Annahme wirklich zulässig? Duldet das von so verschiedenen Quellen und Zeitaltern überlieferte Literaturmaterial, auf das jene Anschauung sich stützt, tatsächlich nur diese eine kühne Erklärung? Blickt die Kenntnis des Blitzableiters auf eine mehrtausendjährige Geschichte zurück, und ist sie nur, wie so viele andere Wissensschätze und Künste des Altertums, in den trüben Zeiten des Mittelalters wieder verloren gegangen?

III. Kritik des Materials.

Betrachten wir mit kritischem Auge die Menge der vorstehend beigebrachten Beweise für die angebliche Existenz antiker und



mittelalterlicher Blitzableiter, und beginnen wir mit einer Diskussion über die Bedeutung der Spitzen auf dem goldenen Dach des Herodianischen Tempels, deren blitzableitender Charakter, trotz des JOSEPHUS Erklärung, daß sie lediglich die Vögel von dem Golddach fernhalten sollten, vielleicht am meisten einleuchtend erscheint.

Die Möglichkeit, daß die goldenen Spieße auf dem Tempel als Blitzableiter dienten, gleichviel ob sie in bewußter Absicht oder rein zufällig diesem Zweck dienstbar gemacht waren, läßt sich nicht ohne weiteres von der Hand weisen, zumal da die kupfernen Regenröhren, die das Regenwasser vom goldenen Dach des Tempels in die Zisternen leiteten, sehr wohl eine ausreichende Erdleitung der Blitzableiter darbieten konnten.

Nachdem HIRT [66]) und ARAGO [67]) auf diese Tatsache aufmerksam gemacht hatten, hat sich die Anschauung von der tatsächlichen, wenn auch wahrscheinlich nur zufälligen blitzableitenden Wirkung der Spitzen auf dem Herodianischen Tempel wohl allgemein festgesetzt. So schreibt z. B. H. GRAETZ [68]):

> „Das Dach des Tempels war mit metallenen Spießen versehen, welche den Zweck hatten, die Vögel abzuhalten, sich Nester zu bauen. Diese Spitzen verliehen dem Tempel einen wohltuenden Glanz und dienten nebenher, ohne daß die Erbauer daran gedacht hätten, als Blitzableiter, welche die Entladung elektrischer Wolken auf den Tempel verhinderten."

und ebenso spricht J. HAMBURGER [69]) bei der Beschreibung des Herodianischen Tempels von einem

> „Geländer von 3 Ellen Höhe, auf dem sich goldene Spieße zum Verscheuchen der Vögel befanden, aber auch als Blitzableiter das Haus schützten."

Für die pieprinzille Frage, ob man im Altertum Blitzableiter gekannt habe, ist natürlich der Umstand ganz unerheblich, daß vielleicht einmal hier oder da durch ein zufälliges Zusammentreffen von Umständen blitzableitende Wirkungen erzielt wurden, sondern es kommt lediglich darauf an, ob man damals schon bewußt und mit voller Absicht wirksame Blitzableiter-Anlagen geschaffen hat. STERNE bejaht diese Frage für die altjüdischen Tempel. Er glaubt, wie schon oben erwähnt, nicht daran, daß des JOSEPHUS Angabe richtig ist, wonach die goldenen Spieße des Herodianischen Tempels lediglich angebracht worden seien, um das Golddach vor den Verunreinigungen durch nistende Vögel zu schützen. Es liegt aber durchaus keine Veranlassung vor, diese Mitteilung des JOSEPHUS anzuzweifeln und sie für eine müßige Verlegenheitskombination zu erklären, denn die genannte Methode,



besonders wertvolle Bauten und im Freien aufgestellte Kunstwerke vor Verunreinigungen zu bewahren, steht im Altertum durchaus nicht vereinzelt da: selbst Bildsäulen schützte man durch aufgesetzte metallene Spitzen gegen die Beschmutzung durch Vögel. Zum Beweise hierfür sei verwiesen auf des ARISTOPHANES „Vögel", wo es an einer Stelle heißt [70]:

> „χαλκεύεσθε μηνίσκους φορεῖν ὥσπερ ἀνδριάντες (Schmiedet euch Halbmonde um sie zu tragen wie die Bildsäulen)".

Den Ausdruck μηνίσκους erläutert des PHOTIUS Lexikon wie folgt:

> „wie sie auf den Köpfen der Bildsäulen angebracht werden, damit keine Vögel sich darauf niederlassen"

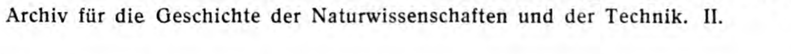
und ebenso schreiben die Scholien zu ARISTOPHANES:

> „Schutzteile (σκεπάσματα) wie man sie auf die Köpfe der Bildsäulen setzt."

Daß auch noch zur Zeit der Erbauung des Herodianischen Tempels ein derartiger Schutz gegen Vögel bei den im Freien stehenden Bildsäulen und sonstigen Kunstwerken offenbar weit verbreitet war, erhellt aus zwei Versen des HORAZ, die besagen, daß die Statue des im Garten stehenden Priapus durch ein auf dem Kopfe angebrachtes, sicherlich zugespitztes Rohr gegen Vögel geschützt wurde [71]:

> Ast importunas volucres in vertice harundo
> Terret fixa vetatque notis considere in hortis.

Die von JOSEPHUS angeführte Begründung für die Anbringung der goldenen Spieße auf dem Tempeldach ist also sicherlich plausibel und wahrscheinlich richtig, so daß die Blitzableiterwirkung der Spitzen, wenn sie überhaupt vorhanden war, tatsächlich nur eine unbeabsichtigte Nebenerscheinung gewesen sein könnte. Es ist aber wohl um so weniger anzunehmen, daß in jenen Spitzen ein Mysterium, ein geheimes Wissen von den Kräften der Natur eine praktische Anwendung erfuhr, da ja der erste jüdische Tempel — von dem zweiten wissen wir nahezu gar nichts — jene geheimnisvollen Spieße nicht aufwies. Wenigstens berichtet uns das „Buch der Könige" nichts von einem derartigen doch sicherlich bedeutungsvollen und erwähnenswerten Umstand; es spricht nur von den merkwürdigen Reihen „Granatäpfeln", welche um die keuligen „Knäufe" der Tempelsäulen herumliefen; aber in diesen Granatschnüren hat man weder eine Ähnlichkeit mit den goldenen Spießen des dritten Tempels, noch eine Beziehung zu Blitzableitern zu erkennen. Vielmehr waren sie, wie mir der vor kurzem verstorbene Herr Rabbiner Dr. OPPENHEIMER gütigt mitteilte, nur ein





Sinnbild, ein Symbol reichen inneren Lebens und der Ehrfurcht vor dem Geiste, der im Tempel herrschte*).

Wenn also CARUS STERNES Vermutung überhaupt richtig wäre, daß der Herodianische Tempel nur eine Nachahmung des Salomonischen war — die Hypothese schwebt offenbar gänzlich in der Luft, wie der von HIRT [72]) durchgeführte Vergleich zwischen beiden Tempeln klar erweist — so stimmten sie sicherlich grade in dem Punkte nicht überein, der für STERNE der wichtigste ist: in der geheimen Methode, die Blitzschläge von dem Heiligtum abzuwehren. Denn während bei dem dritten jüdischen Tempel die goldenen Spieße des Daches diese Aufgabe erfüllt haben sollen und vielleicht auch wirklich erfüllt haben, kann bei dem ältesten Tempel das wirksame Moment nur allenfalls in den beiden vor dem Heiligtum stehenden Säulen Jachin und Boas gesucht werden. Diese Säulen haben wieder vor dem Herodianischen Tempel nicht gestanden: schon hieraus also geht hervor, daß der Bau des SALOMO keinesfalls von HERODES sklavisch nachgeahmt worden ist. Es müßten also bei beiden Tempeln zwei ganz verschiedene Arten von Blitzableitern wirksam gewesen sein! Man wird zugeben, daß diese Annahme von vornherein sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Da nun aber ferner der Nachweis wohl als erbracht gelten darf, daß ein etwaiger Blitzschutz des Herodianischen Tempels nur allenfalls eine Zufallswirkung gewesen sein kann, so geht daraus hervor, daß von einem durch Jahrhunderte bewahrten altjüdischen Mysterium in der Kenntnis der Unschädlichmachung von Unwettern nicht wohl die Rede sein darf. Hatten also, wie es möglich ist, die beiden Säulen vor dem Tempel des SALOMO wirklich, wie die ägyptischen Tempelsäulen, die Aufgabe, den Blitz abzuwehren, so läßt ja ihr Fehlen am Herodianischen Tempel grade darauf schließen, daß man zur Einsicht von ihrer tatsächlichen Unwirksamkeit gekommen war, daß also mindestens im Volk der Israeliten wirklich brauchbare Blitzableiter-Vorrichtungen nicht existiert haben können.

Jedenfalls ist ein Beweis dafür, daß die großen jüdischen Nationaltempel wirklich einen bewußt angebrachten Blitzschutz aufwiesen, nicht zu erbringen. Die negative Tatsache, daß in mehr als 1000 Jahren kein verheerender Blitzstrahl in die verschiedenen Tempel niedergefahren ist, würde bei der Seltenheit der Gewitter in Jeru-

*) Auch der Hohepriester trug, wenn er sich dem Volke zeigte, am Saume seines Purpurmantels derartige Granatschnüre mit klingenden Glöckchen.



salem selbst dann nicht viel beweisen können, wenn man die Voraussetzung anerkennen will, daß uns ein wirklich vorgekommener Blitzschlag notwendig überliefert werden mußte.

Um den Nachweis zu erbringen, daß wohl gelegentlich auch andere antike Tempel, ähnlich wie der Herodianische, durch zahlreiche, spitze Stangen gegen Blitzschlag absichtlich geschützt worden seien, verwies DE LA BOISSIÈRE[73]) auf die Darstellung eines Junotempels auf einer antiken Medaille, die DUCHOUL in seinem großen Sammelwerk der auf alten Münzen und Medaillen sich findenden Abbildungen wiedergegeben hat[74]). Es bedarf aber wohl nur eines Blicks auf die daselbst reproduzierte Medaille, um das Willkürliche und Phantastische dieser Behauptung zu erkennen: gewisse Verzierungen, mit denen der Giebel (und auch sogar z. T. die Vorderfront) ausgestattet ist, sind ohne jede Spur einer inneren Berechtigung als „Blitzableiter" angesprochen worden.

Diese Beweise versagen also durchaus, und um eine so gewagte Behauptung, wie die von der Existenz antiker Blitzableiter anzuerkennen, bedarf es der Beibringung zwingenderen Belegmaterials.

Sind nun aber solche Beweise von durchaus einwandfreier Schlagkraft nicht in den andren oben mitgeteilten Literaturstellen vorhanden, insbesondere in den Inschriften der ägyptischen Tempel und in der Bestimmung ihrer eigentümlichen Flaggenmasten?

Sehen wir zunächst von dem altägyptischen Material ab, das, seiner Sonderstellung wegen, erst zum Schluß behandelt werden mag, so ist die Beweiskraft des verbleibenden Restes nur gering.

Es läßt sich nämlich nicht verhehlen, daß alle alten Nachrichten über geheime zauberhafte Fähigkeiten, die sich auf irgend welche Beeinflußung und Beherrschung des Wetters richten, von vornherein äußerst wenig Zutrauen verdienen. Der lebhafte Wunsch, das Wetter nach Gutdünken ändern zu können, dieser Wunsch, der so alt und so verbreitet ist, wie das Menschengeschlecht selber, spiegelt sich in unzähligen Fabeln und Mythen wieder, deren historische Glaubwürdigkeit im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Anzahl und Häufigkeit steht. Welche Naturkraft hat die Menschheit nicht schon in ihren Phantasien und Märchen beherrscht! Die Regenmacher, die Windzauberer und Wetterhexen kehren in unendlich mannigfachen Gestalten, bald Segen spendend und bald Verderben verbreitend, in den Sagen und im Aberglauben wohl aller Völker wieder, und unendlich groß ist die Zahl der Mittel, die von der Volkspoesie erdacht wurden, um die alte Lieblingsidee des Wettermachens wenigstens im Traum verwirklicht zu sehen.

Alle die von CARUS STERNE und seinen Vorläufern beigebrachten Beweise, die für eine Beherrschung der atmosphärischen Elektrizität durch die in die Mysterien eingeweihten Priesterkasten des Altertums sprechen sollen, darf man daher, so überzeugend sie vielleicht auf den ersten Blick erscheinen, durchaus nicht ohne weiteres für bare Münze nehmen; vielmehr stehen sie auf einer Stufe mit dem oben eingehend besprochenen Regenwunder der legio fulminatrix. Ein Beispiel für viele mag dies verdeutlichen: wie erwähnt, stützte STERNE seine Beweisführung u. a. auf des PHILOSTRATUS Bericht über die indischen Weisen, die „mit Lufterscheinungen und Blitzstrahlen" die anrückenden Feinde (darunter auch den Herakles und Bacchus!) in die Flucht schlugen. Denselben indischen Weisen schreibt nun aber derselbe PHILOSTRATUS auch noch ganz andere Kenntnisse und Fähigkeiten ähnlicher Art zu, die auch der gutgläubigste Gelehrte unserer Tage nicht wohl anders denn als gegenstandslose Fabeln einschätzen wird [75]:

„Zwei Fässer von schwarzem Stein, dem Regen und den Winden bestimmt. Das Faß des Regens wird geöffnet, wenn das indische Land von Dürre bedrückt ist; worauf es dann Wolken aussendet und das ganze Land befeuchtet. Ist aber Überfluß am Regen, so hemmt es diesen, wenn es verschlossen wird usw."

Und liegt denn schließlich die Sache etwa bei der angeblichen Kunst des Elias, die Blitze zu lenken, anders? Wenn wirklich die Geschichte Zutrauen verdient, der CARUS STERNE eine besondere Beweiskraft beimißt, daß er das Brandopfer mit dem Blitz des Himmels entzündet und feindliche Scharen mit dem Blitz erschlagen habe, so ist nicht einzusehen, warum z. B. die andere Erzählung, daß er durch sein Gebet oder durch zauberische Mittel auch Regen habe heraufbeschwören können (I. Kön., 18, 41—45), weniger glaubhaft sein soll.

Wie man hieraus ohne weiteres erkennt, gehören die den indischen Weisen, dem Elias und anderen Gestalten des Altertums nachgesagten Kenntnisse in der angeblichen Beherrschung der atmosphärischen Elektrizität und der Witterung überhaupt lediglich in das außerordentlich umfangreiche Gebiet des Wetteraberglaubens. Es liegt demnach von vornherein die Vermutung nahe, daß alle alten Geschichten und Anekdoten über außerordentliche Kenntnisse und Künste in willkürlicher Gestaltung und Wandlung der natürlichen Witterung ebenso als Aberglauben anzusprechen sind, so lange nicht sehr zwingende Gründe vorliegen, die eine solche nächstliegende Annahme sicher auszuschließen scheinen.



Zunächst mag eine derartig apodiktische und verallgemeinernde Vermutung seltsam und gewagt erscheinen. Es muß deshalb daran erinnert werden, wie der primitive Mensch alle Natureindrücke, die er in ihrem Wesen nicht zu erkennen und zu begreifen vermag, zu beseelen gewohnt ist, wie er die ganze Umwelt mit Göttern und Dämonen bevölkert, die aber durchweg menschenähnliche Züge in Aussehen und Charakter tragen. Die verderblichen Kräfte der Elemente, die in mannigfachen Naturkatastrophen über ihn hereinbrachen, waren ihm ein Werk böser Dämonen, denen er entgegenzutreten bestrebt war. Man kennt z. B. die Geschichte, wie die Chinesen von uralter Zeit her durch Jahrtausende hindurch, vielfach bis auf unsere Zeit, bei eintretenden Sonnen- und Mondfinsternissen einen fürchterlichen Lärm zu machen pflegten, weil sie meinten, dadurch die Ungetüme zu verscheuchen, welche die hellen Gestirne fressen wollten. Die feindlichen Natur-Gewalten, die ihm Schaden und Verderben drohten, suchte eben der primitive Mensch überall zunächst zu erschrecken und zu bedrohen; später, als er einsah, daß ihn diese Maßregel nicht schützte, versuchte er es mit Zaubermitteln aller Art und noch später mit dem Gebet. Das ist der allgemeine Gang der psychologischen Entwickelung des Menschengeschlechts, bevor es sich zur letzten und höchsten Stufe durcharbeitete und lernte, in Wahrheit die Naturgewalten zu beherrschen, die Blitze durch Blitzableiter, die Fluß-Überschwemmungen durch Talsperren, die Epidemien durch Desinfektionen und andere drohende Katastrophen durch andere zweckentsprechende Mittel unschädlich zu machen, die durch den Einblick in das wahre Wesen der Dinge, durch naturwissenschaftliche Erkenntnis, ihm an die Hand gegeben wurden.

Nicht der letzten, sondern der ersten Entwicklungsperiode des Menschengeistes entstammten nun auch die „antiken Blitzableiter". Sie wollten nichts anderes sein, wie ein Schreckmittel, eine Bedrohung der Wetterdämonen mit scharfer Waffe, und nicht im übertragenen, sondern im eigentlichen Sinne des Wortes wollten sie „das Ungewitter in der Höhe schneiden". Für diese Behauptung lassen sich mannigfache Beweise erbringen.

Betrachten wir daraufhin die verschiedenen, oben mitgeteilten Zitate aus alten Schriftstellern, die von einer Abwehr der Unwetter durch zugespitzte Metallstangen, blanke Schwerter usw. berichten!

Da zeigt sich denn alsbald, daß gerade die merkwürdigste jener Literaturstellen, die Notiz des Ktesias, mit Sicherheit auf wirkliche Blitzableiter nicht gedeutet werden kann und zwar weil



KTESIAS ausdrücklich hinzufügt[76]), daß in den Gegenden, wo die angeblichen Blitzableiter heimisch waren, Gewitter überhaupt nicht vorkämen, sondern nur „feurige Wirbelstürme“ (πρηστῆρες), unter denen man offenbar heiße Zyclone zu verstehen hat. Überdies aber scheint bisher — außer von MARTIN — allgemein übersehen worden zu sein, daß nichts dazu berechtigt, ohne weiteres anzunehmen, die Schwerter seien wirklich mit der Spitze nach oben in die Erde gesteckt worden. Bei KTESIAS heißt es nur: πηγνύμενος ἐν τῇ γῇ. Aber auch wenn man diese Stelle in dem von DE LA BOISSIÈRE, STERNE u. a. beliebten Sinne deuten will, wogegen nichts einzuwenden ist, vermag sie für die Hypothese von den antiken noch Blitzableitern nichts zu beweisen. Die alten Schriftsteller lehren uns nämlich an verschiedenen Stellen, daß die Bedrohung von heraufziehenden Unwettern mit Waffen aller Art dereinst eine zweifellos ebenso weit verbreitete Sitte war, wie im Mittelalter und selbst hier und da noch in unsren Tagen.

HERODOT erzählt z. B.[77]):

„Wenn es donnert und blitzt, schleudern dieselben Thracier Pfeile aufwärts gegen den Himmel, um die Gottheit zu bedrohen (τοξεύοντες ἄνω πρὸς τὸν οὐρανὸν ἀπειλεῦσι τῷ θεῷ)“

Diese Stelle allein könnte bereits genügen, um die Benutzung von aufwärts gerichteten Lanzen und Schwertern zur Unschädlichmachung von Unwettern ins rechte Licht zu rücken. Sie sind jedoch noch durch andere, ähnliche Berichte ergänzt. So schreibt PALLADIUS[78]):

„Blutige Beile werden drohend gegen das Hagelgewölk erhoben“,

und ein Herausgeber bemerkt dazu:

„Die Wahrsager behaupten, daß gegen Nebel ein wirksames Mittel darin besteht, wenn man an verschiedenen Stellen auf den Äckern Stroh entzündet; auch das Verbrennen andren Unrats soll helfen; gegen Hagel- und Blitzschlag hingegen soll man sich schützen können, wenn blutige Beile und Schwerter drohend gegen den Himmel geschwungen werden.“

Weiterhin berichtet DIO CASSIUS vom Kaiser CALIGULA, der ein ungemein gewitterfürchtiger Herr war, daß er gegen die Blitze Steine zu schleudern pflegte[79]):

„So oft ein Blitzstrahl vom Himmel niederschoß, schleuderte er dagegen einen Stein in die Luft und begleitete jeden mit dem Homerischen Vers[80]): „Donnere du mich nieder oder ich dich.“

Weiter findet sich bei Aristoteles eine seltsame Stelle[81]):

„(Die Griechen) löschten während eines Gewitters die Feuer aus und zischten dabei, um dadurch, wie die Pythagoreer sagen, die Seelen im Tartarus zu erschrecken“ (die man für die Urheber des Gewitters hielt).



Das psychologische Motiv so sonderbarer Handlungen ist stets dasselbe: die Vorstellung, daß die übermächtigen Wesen, welche das Gewitter heraufführen, menschlich fühlen und empfinden und demgemäß auch von menschlichem Drohen und Lärmen erschreckt, von menschlichen Waffen verletzt und getötet werden können. Es ist daher interessant festzustellen, wie bei den denkbar verschiedensten Völkern, ganz unabhängig von ihren speziellen religiösen Vorstellungen, das Bestreben sich wiederfindet, die Unwetter mit Waffen, mit Lärm oder mit andren Mitteln zu erschrecken, die ja bei Menschen und Tieren gelegentlich wirksam sind. Wir müssen uns von der ausnehmenden Verbreitung solcher Vorstellungen zunächst ein Bild machen, ehe wir die angeblichen antiken Blitzableiter nach ihrem wahren Werte einzuschätzen vermögen. Es mögen daher in bunter Reihenfolge einige Belege für die weite Verbreitung der Gewitterbedrohung und Gewittererschreckung aufgezählt werden, wie sie auch noch in unserer lebendigen Gegenwart, teils bei „wilden" Völkern, teils im einfachen Landvolk der Kulturländer, festgestellt werden kann.

So finden wir an einer Stelle bei Bastian folgende Notiz[82]):

„Die dem Kriegsgott Chunchu verehrenden Yuracuru (Bolivia) bedrohen den auf den Höhen wohnenden Donnergott Mororoma beim Donnern mit ihren Pfeilen",

und an einer andren Stelle desselben Werkes heißt es[83]):

„In Rio Hacha (Columbien) finden sich die Goajires, welche bei Gewitter brennende Holzstücke werfen."

v. Andrian liefert folgende hierher gehörenden Sitten aus fremden Erdteilen[84]):

„Die Guaycurus (Brasilianer) treten bei dem Nahen des Gewitters aus ihren Hütten. Die Männer sind bewaffnet, die Weiber schreien aus vollem Halse, um den bösen Geist zu verjagen, der das Gewitter bringt",

ferner:

„Stehen Sturm und Gewitter bevor, so erhebt sich (bei deu Papuas) einer der Ruderer und bedroht das Gewölk mit seinem „ai mamoeii",

und

„Wenn es donnert, stürzt (bei den Dieyeri am Kupferfluß in Australien) alles aus dem Lager und macht stoßende Bewegungen mit den Händen gegen die Richtung des Donners. Streift ein Wirbelwind das Lager, so sucht man wohl manchmal den Geist mit dem Bumerang zu töten, doch gilt dies als sehr gefährlich".

Diesen Beispielen lassen sich aus dem Gebiete des Volksaberglaubens im heutigen Europa manche ähnliche an die Seite stellen.

Nach Vonbun[85]) pflegt man in manchen Gegenden Tirols noch heut Messer gegen die Gewitterwolken zu schleudern, weil dadurch



die Hexen, die das Unwetter zusammengebraut haben, verwundet und erschreckt werden. GRIMM[86]) erwähnt die gleiche Sitte beim Aufkommen eines Wirbelwindes für das deutsche Volk und betont gleichzeitig, daß dieses Messerwerfen in den Wirbelwind außer dem deutschen auch der polnische Glaube kennt.

Ähnlich schreiben BOECLER und KREUTZWALD über einen bei den Esthen herrschenden Gebrauch[87]):

Wenn es donnert, stecken sie zwei Messer für das Fenster, und meinen, daß sie dann vom Donnerschlag gesichert seyn. Bei diesem hier und da unter den Esthen noch gangbaren Gebrauche wird nicht sowohl eine Ableitung des Gewitters, als vielmehr eine Abwehr gegen ins Haus eindringende böse Geister beabsichtigt, denn die vom Donner verfolgten bösen Geister suchen allenthalben Zuflucht und verkriechen sich, wohin sie nur können. Aus diesem Grunde stellen einige ihre Sensen mit nach oben gerichteter Schneide über die Türschwelle, daß die Geister beim Eintreten ihre Füße verwunden mögen; andere werfen alle schneidenden Werkzeuge aus dem Hause auf den Hof, damit die heruntergefallenen Geister sich verwunden sollen."

Eine ganze Auslese von eigentümlichen Volksbräuchen, die bei herannahenden Unwettern beachtet werden und die durchweg auf derselben psychologischen Basis, wie die letztgenannten Sitten, ruhen, liefert das vortreffliche Sammelwerk von ADOLF WUTTKE über den deutschen Volksaberglauben, in dem es z. B. heißt[88]):

„Auch bei drohendem Hagelwetter oder Gewitter ..... stellt man den Backtrog vor die Tür, tut ein Brot hinein, zerschneidet es kreuzweise in viele Teile und läßt das Messer darin stecken, in der Richtung, in welcher das Messer steckt, verzieht sich das Unwetter .....

Wirbelwind und Hagel wird immer von Hexen gemacht. Ein solches Hexenwetter wird gestillt, wenn man ...... Messer, Sicheln usw. vor die Tür legt, weil sich daran die Hexen verwunden (Tirol, Oberpfalz), oder wenn man ein Messer (besonders mit 3 Kreuzen) oder Stahl hineinwirft, womit man die Hexe verwundet oder tötet (allgemein) .... und wenn man in die Luft schießt, schießt man die Hexe tot (Oberpfalz, Tirol); es muß aber eine geweihte Kugel sein (Oberpfalz) .... Wenn beim Heumachen solch Wind entsteht, so schlägt man mit dem Rechen auf das Heu und wirft mit Messern in den Wind (Erzgebirge); ist man im Felde, so steckt man ein Messer in den Pflug (Posen).

Vor Hagelschlag und bösem Wetter schützt man die Felder ..... oder man legt ein Beil mit der Schneide nach oben (Böhmen) oder man steckt „Palmstangen", lange Tannstangen mit kleinen Fahnen, die bei Prozessionen von den Knaben getragen und womöglich in der Kirche geweiht werden, in die Felder (Baiern)."

Wir finden in diesem kurzen Auszug Anklänge an alle Arten der oben geschilderten Methoden zur Beherrschung, Ablenkung und Unschädlichmachung der Gewitter, die man dereinst als Überlieferung einer uralten Kenntnis des Franklinschen Blitzableiters angesprochen hat, vor allem auch die Zukehrung der scharfen



Seite von Waffen gegen den Himmel, die im Material der Verteidiger der antiken Blitzableiter eine nicht geringe Rolle spielt. Auch für das dadurch beabsichtigte „Schneiden des Unwetters“ oder der Wetterhexen lassen sich noch manche ähnliche Züge im Volksaberglauben unserer Tage finden. KAINDL berichtet[89]), daß die slovenischen Huzulen, sobald es zu hageln beginnt, neben anderen Gebräuchen auch den beobachten, ein scharfes Beil mit der Schneide nach oben auf die Erde zu legen.

v. ANDRIAN[90]) meldet, bei den Slovenen pflege man als Schutz gegen das Gewitter auch zwei Küchengabeln kreuzweise auf die Schwelle zu legen, und von den Kaffern weiß er sogar zu erzählen:

„Auf der Spitze jedes Kraals befinden sich einige Blitzableiter, rot angestrichene Stäbe, etwa drei Fuß lang“.

ZINGERLE[91]) erzählt, daß man in Alpach bei ausbrechendem Hagelwetter Sensen, Sicheln und Messer vor die Tür wirft, damit die Schloßen darauf fallen und die Wetterhexen alsdann verletzt werden, und daß man in Stockach und an einigen anderen Orten Hagelkörner verbrennt, weil der Glaube herrscht:

„was man den Hagelsteinen antut, geschieht der Wetterhexe selbst; sie mag noch so entfernt sein.“

Man vergleiche mit diesem Tiroler Brauch die bei den Esthen herrschenden Sitten und Vorstellungen, von denen eben die Rede war, und man wird über die Ähnlichkeit der an so verschiedenen Stellen autochthon entstandenen abergläubischen Anschauungen staunen!

Und diese bei denselben Esthen wie übrigens auch bei den Littauern vorkommende abergläubische Sitte, bei Gewitter zwei gekreuzte Messer ans Fenster zu stellen, wollte CARUS STERNE u. a. für seine Anschauung ins Feld führen, daß eine dunkle Erinnerung an eine uralte Kenntnis des Franklinschen Blitzableiters sich bis auf unsere Zeit im einfachen Volk in entstellter Form erhalten habe! Mit wie viel mehr scheinbarem Recht hätte er eine solche „dunkle Erinnerung“ dann erst in den eben erwähnten „hölzernen Blitzableitern“ auf den Kaffern-Kraals erblicken können! — Demgegenüber genügt ein Hinweis auf obiges Zitat aus dem BOECLER-KREUTZWALDschen Buch, worin ausdrücklich betont wird, daß die Sitte nicht das Gewitter selbst ablenken, sondern böse Geister von dem Eindringen ins Haus abhalten will.

In den Gegenden, wo der Hexenglaube lebendig ist, wird ein jedes Unwetter, wie schon erwähnt, in der Regel als Werk einer Hexe angesehen. Gelegentlich gilt aber auch grade umgekehrt der



geschilderte abergläubische Brauch zur Verscheuchung des Unwetters als Hexenkunst. In dem Bericht, den Reichel über den Hexenprozeß von Marburg in Steiermark erstattete[92]), heißt es z. B., die Hexe Latschenbergerin habe das Wetter erfolgreich beschworen, indem sie bei aufziehendem Unwetter mit einem Messer kreuzweise gegen die Wolken geschnitten habe, wobei sie ihnen gleichzeitig drohte.

Nach allen diesen Zeugnissen kann es wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, wie man die unwettervertreibenden Schwerter des KTESIAS, das blanke Schwert, neben dem die Äduer und Tolosaner schliefen, die spitzen Stangen zur Zeit Karls des Großen und den vom heiligen BERNARDINUS erwähnten, blanken Degen auf den Schiffsmasten ihrem wahren Werte nach aufzufassen hat. Sollte dennoch ein Bedenken noch möglich sein, so muß es schwinden angesichts der Tatsache, daß die Bedrohung des Unwetters mit Waffen gar nicht selten mit unzweifelhaft abergläubischen Gebräuchen vereint auftritt. Aufs allernächste verwandt mit dem Erschrecken der Gewitter-Dämonen durch Lanzen, Schwerter und Beile ist ja der gleichfalls weit verbreitete Brauch, den gefährlichen Wolken Blut zu zeigen oder zu „opfern“, um sie dadurch ängstlich zu machen, oder ihren Blut- und Opferhunger zu stillen und in jedem Fall zu vertreiben.

Wir hörten bereits oben (vgl. Anm. 78), daß nach dem Bericht des PALLADIUS Beile, mit denen das Gewitter bedroht wurde, zunächst blutig gemacht wurden. Im Zusammenhang damit ist eine Stelle zu verstehen, die sich bei PLUTARCH findet[93]), wonach „durch den Schrecken des Blutes“ Hagel- und Wirbelstürme vertrieben werden könnten; besonders wirkungsvoll sollte das Blut von Maulwürfen und von menstruierenden Frauen sein. Auch SENECA spricht[94]) von dem verbreiteten Glauben, „daß in dem Blut selbst eine gewisse Kraft liege, die solche Wolken wegwenden und vertreiben könnte.“ Er selbst spottet zwar über derartige Vorstellungen, aber sein Zeugnis ist dennoch überaus lehrreich. An derselben Stelle[95]) überliefert er uns auch von den Bewohnern der Stadt Kleonä in Argolis (zwischen Argos und Korinth), die sogar eigne Hagelwächter (χαλαζοφύλακες) angestellt hatten, den nachfolgenden, merkwürdigen und psychologisch höchst reizvollen Zug:

„Was taten die Einwohner, wenn jene das Zeichen gaben, daß jetzt das Hagelwetter da sei? Liefen sie zu ihren Regenmänteln und Regenpelzen? Nein, ein jeder opferte für sich bald ein Lamm, bald ein junges Huhn, und sogleich nahmen die Wolken eine andere Richtung, wenn sie etwas Blut gekostet hatten .... Höre noch etwas Lächerlicheres: wer weder ein Lamm noch ein junges Huhn hatte,



der legte, was ohne Schaden geschehen konnte, Hand an sich selbst. Doch halte die Wolken nicht für gar zu gierig und grausam: er stach sich nur mit einem recht spitzen Griffel in den Finger und opferte mit diesem Blute. Und von seinem kleinen Gut wandte sich der Hagel ebenso hinweg, wie von dem, wo größere Opfertiere ihn ausgesöhnt hatten."

Mit diesem seltsamen Brauch vergleiche man nun, was v. ANDRIAN von den heutigen Bewohnern der Malayischen Halbinsel zu berichten weiß[96]):

„Wenn es donnert, schneiden auf der malayischen Halbinsel die Weiber ihre Beine mit Messern, fangen das fließende Blut mit einem Bambusrohr auf und werfen es in die Luft, um die Geister zu besänftigen",

und man wird zugeben, daß im Völkerleben auch die wunderlichsten und unsinnigsten Gebräuche auf Grund eines gleichen Gedankengangs an sehr verschiedenen Stellen der Erde und zu ganz verschiedenen Zeiten in genau gleicher Weise autochthon zu entstehen vermögen.

Daß die heidnische Sitte, durch Opfergaben die Unwetter zu besänftigen, sich übrigens in entstellter Form bis in unsre Zeit erhalten hat, geht aus einer Notiz bei ZINGERLE[97]) hervor, wonach man im Stubaital in Tirol einem herannahenden Wirbelwind etwas Mehl entgegenwirft, um ihn zu beschwichtigen („Windfüttern"). — Besänftigung, Bedrohung und Beschwörung des Wetters, alle drei Maßnahmen wurzeln in demselben logischen Fehlschluß, in der Beseelung und Vermenschlichung der Elemente.

Bedrohung und Beschwörung der Wetterwolken tritt sogar mehrfach in Kombination miteinander auf. Hierher gehört besonders eine Stelle im Werk des heiligen BERNARDINUS VON SIENA[98]).

„Mancher singt das Unwetter an, unter gewissen Beschwörungsformeln und mit entblößtem Schwert",

Auch die hohen Stangen, die noch zu Karls des Großen Zeit zum Schutz gegen Gewitter und Hagel aufgepflanzt wurden, stellten ein Gemisch aus Bedrohung und Bezauberung des Unwetters dar, denn das eigentlich Wirksame an ihnen sollten Zettel sein, die an den Spitzen befestigt wurden und die zweifellos Zaubersprüche und Beschwörungsformeln enthielten. Karl der Große erkannte die Sitte als eine heidnische, abergläubische und stellte sie mit dem von ihm gleichfalls verfehmten Wetterläuten auf eine Stufe. In dem genannten Aachener Edikt von 789 heißtes nämlich[99]):

„man soll nicht die Glocken läuten und Zettel an den Stangen befestigen."

Die im Edikt Karls des Großen erwähnten Stangen, „die man mehrfach als primitive Blitzableiter auffassen wollte, sind nichts weiter gewesen als die berühmten Hagelstangen, die man bis ins



19., vereinzelt wohl noch bis in 20. Jahrhundert hinein, ebenso wie das noch beliebtere Wetterläuten, zur Abwehr verderblicher Unwetter angewandt hat. Es ist unmöglich, an dieser Stelle weiter auf dies entlegenere, umfangreiche Gebiet einzugehen; es darf nur darauf hingewiesen werden, wie man nach der Erfindung des Franklinschen Blitzableiters selbst in ernsten wissenschaftlichen Kreisen noch mit der Möglichkeit rechnete, daß die uralten Hagelstangen des Landvolks den Blitzableiter sozusagen vorweggeahnt haben könnten. Als Beleg hierfür diene ein in OSTERTAGS Abhandlung sich findende Stelle, die sich auf den als Physiker und Meteorologen wohlverdienten, auch durch die erste Einführung der optischen Telegraphen auf deutschem Boden bekannten Hofrat BÖCKMANN in Karlsruhe bezog[100]):

„Wer erinnert sich dabei nicht an die von Herrn Hofrat Böckmann in Karlsruhe auf Befehl des Herrn Markgrafen von Baden anzustellenden ähnlichen Versuche, vermittelst großen hölzernen Stangen mit metallenen Spitzen und fingerbreiten, daran herunterlaufenden Blitzstreifen, die Hagelwetter entweder ganz zu verhüten, oder doch wenigstens zu schwächen, indem man solche gegen die Anhöhen, wo jene herzukommen pflegen, aufrichtete?"

In diesem Zusammenhang muß auch das mit den Hagelstangen und dem Wetterläuten so eng verwandte Wetterschießen kurz erwähnt werden, das an sich gleichfalls schon sehr alt, aber erst in den letzten eineinhalb Jahrzehnten zu ungewöhnlicher Blüte und hohem Ansehen gelangt ist, bis es schließlich auf Grund sorgsamer, wissenschaftlicher Untersuchungen als eine durchaus wertlose Kunst erkannt worden ist. Trotz des pseudowissenschaftlich-physikalischen Mäntelchens, in das sich die Lehre vom Wetterschießen neuerdings hüllte, ist sie im Grunde genommen durchaus identisch mit den alten Vorschriften, wie man die Unwetter erschrecken und vertreiben könne. Auch diese Kunst ist noch immer ein Nachhall der primitiven Methode der Bedrohung von Unwettern mit Waffen. Das In-die-Luft-Schießen wurde ja schon in dem Zitat aus WUTTKE (vgl. Anm. 88) als wirksames Mittel gegen Gewitter und Hagel hingestellt. Es mag dabei ursprünglich ebensowohl der Schuß selbst wie das Geräusch des Knalles als Abschreckungsmittel gedacht gewesen sein. Daß diese Auffassung der Schußwirkung ursprünglich vorhanden gewesen sein muß, geht aus einer Stelle in einer aus dem Jahre 1618 stammenden Schrift ABRAHAM HOSMANNS hervor, worin verschiedene Mittel zur Abwendung von Unwettern und Blitzschäden besprochen werden und das Wetterschießen als etwa gleichwertig mit dem Wetterläuten hingestellt wird[101]):



„Kriegsleute lassen Kartaunen und Feldstücke abgehen. Bei unseren Vorfahren hat man viel von Glockenleuten gehalten und vermeynet, die Wolcken würden durch starken Thon etwas zurtheylen."

Psychologisch hat man also das ursprüngliche Wetterschießen und das Wetterläuten ungefähr gleich einzuschätzen, und zwar stehen beide auf derselben Stufe mit dem betäubenden Lärm, den die Chinesen bei Sonnen- und Mondfinsternissen machen, um die Ungetüme zu vertreiben, welche die hellen Gestirne fressen wollen. Die Anschauung, daß man mit Lärm die Unwetter erschrecken und vertreiben können, dürfte jedenfalls dazu beigetragen haben, daß das Wetterschießen im lärmfrohen Süden Europas, in Italien, Süd-Frankreich und den Alpenländern stets eine besonders liebevolle Pflege fand. Lärm als Gegenmittel gegen Gewitter fanden wir ja übrigens schon bei den brasilianischen Guaycurus (vgl. Anm. 83) angewandt. Eine ähnliche Sitte herrscht, wie v. ANDRIAN nach RAČEK mitteilt[102]), in Kučer im böhmischen Bezirk Milevsko, wo seit undenklichen Zeiten bei aufziehendem Gewitter ein großes Blasinstrument mit tiefem, weit hörbaren Ton, das der Gemeindewächter stets zur Hand haben muß, in der Richtung gegen die Wolken geblasen wird. Daß auch beim Wetterläuten zunächst das Bedürfnis, Lärm bei heranziehendem Gewitter zu machen, das treibende Motiv war, geht aus der oben mitgeteilten Stelle aus HOSMANNS Buch klar genug hervor, wenngleich wohl der Wunsch, die Gemeindeangehörigen in einfacher Weise rasch zu verständigen und vor Unheil zu warnen, gleichfalls maßgebend war für das Läuten der Kirchenglocken bei heraufziehendem Gewitter. Immerhin kann dieses Wetterläuten keinesfalls nur als Signal betrachtet worden sein; die zahlreichen Glocken-Inschriften, wie „fulmina pello" oder das durch Schillers „Glocke" berühmt gewordene „fulgura frango", weisen unverkennbar darauf hin, daß den starken Schlägen des Glockenklöppels selbst eine die Unwetter verscheuchende Kraft zugeschrieben wurde. Auch deutet es auf einen Aberglauben als Wurzel der Sitte hin, wenn etwa ZINGERLE betont, daß nach dem Tiroler Volksglauben nur geweihte Glocken imstande sind, die Unwetter zu verscheuchen[103]):

„Das Geläute geweihter Glocken vertreibt das Gewitter. Es haben aber nicht alle Glocken die gleiche Kraft gegen das Wetter".

Welche Kraft die Weihe den Glocken verleihen sollte und in welcher Weise dadurch die Unwetter bekämpft werden sollten, erfahren wir aus einem Weihegebet eines Bischofs zur Zeit des Papstes URBAN VIII (1623—1644), das im „Bericht über die internationale



Experten-Konferenz für Wetterschießen in Graz"[104]) durch v. OBERMAYER mitgeteilt worden ist:

„Gieb, o Herr, daß der Schall dieser Glocke schädliche Unwetter, Hagelschläge und ungestüme Sturmwinde vertreibe, daß er die bösen Geister, die in den Lüften sind, durch die allmächtige Kraft zu Boden schlage."

Auch in neuerer Zeit sind diese abergläubischen Anschauungen noch vollständig ungeändert beim Landvolke verbreitet, wie OTTAVI ausdrücklich bestätigt[105]):

„Wir dürfen indes nicht glauben, daß ernste Bauern das Schießen und das Läuten der Glocken aus einem wissenschaftlichem Grunde anwenden; es ist vielmehr der Aberglaube, daß das Schießen mit den geweihten Wachskugeln die bösen Geister tötet, welche in der Wolke ihr Unwesen treiben."

Als Kuriosum sei erwähnt, daß 1784 in München eine eigene Schrift des Ingolstädter Professors FISCHER erschien[106]), die umgekehrt den Nachweis liefern wollte, daß das Läuten der Glocken den Blitz anziehe und die jeweilige Kirche gefährde, in der geläutet werde.

Der Nachweis, daß in allen vorgenannten Fällen kein „geheimes Wissen" in der Beherrschung der atmosphärischen Elektrizität in Frage kam, sondern daß überall der reine Aberglaube die Hand im Spiele hatte, dürfte jedenfalls mit ausreichender Deutlichkeit erbracht sein.

Somit bleibt von dem ganzen oben mitgeteilten Material, das die Existenz antiker Blitzableiter beweisen soll, als diskussionswürdig nur noch der Inhalt der altägyptischen Tempelinschriften und die etruskische Blitzlehre übrig.

Betrachten wir zunächst die letztere, so ist auch sie mit wenigen Worten abgetan. Aus der eingehenden Beschreibung, die uns SENECA von ihr übermittelt hat[107]), geht ganz klar hervor, daß die Lehre zunächst nichts weiter enthielt, als eine Deutung des glück- oder unglückverheißenden Charakters der Blitze für Zwecke der Wahrsagung usw. SENECA nennt die Tuscier ausdrücklich[108]) „die erfahrensten Ausleger der Blitze" und erzählt[109]), sie unterschieden zwischen „immerwährenden, bestimmten und aufschieblichen Blitzen". Daneben gab es ja zwar wohl noch eine Sonderlehre, die vom Beherrschen, Lenken und Herablocken des Blitzes handelte; immerhin hat man bereits in der klassischen Zeit Roms die Kunst, den Blitz herabzuziehen, als einen Aberglauben verlacht, denn ihr gilt, im Grunde genommen, des HORAZ berühmtes Wort[110]) „credat Judaeus Apella", und für sie haben LUCREZ[111]), CICERO[112]), SENECA[113]),



LUCANUS [114]), u. a. nur Worte des Spottes und des Unglaubens übrig. CICERO, der selbst noch die libri fulgurales [115]) der Etrusker kannte, schließt seine Äußerungen über sie mit den bemerkenswerten Worten [112]):

„Doch ich bin wohl noch alberner als die, welche derartige Dinge glauben, da ich so lange gegen sie spreche".

Auch die bei den ersten drei römischen Kaisern AUGUSTUS, TIBERIUS uud CALIGULA gleichmäßig stark ausgeprägte, ins Lächerliche übertriebene Gewitterfurcht, deren Schilderung [116]) lebhaft an REUTERS berühmten „Dörchläuchting" erinnert, ist nicht grade ein Beweis dafür, daß man zu jener Zeit in den gebildeten Kreisen an wirksame Mittel zur Unschädlichmachung des Blitzes glaubte! Daß man übrigens auch im Mittelalter und in der beginnenden Neuzeit in den gebildeten Kreisen recht skeptisch dachte über die zahlreichen Mittel, die zur Abwehr der Gewitterschäden vom Volksmunde angepriesen wurden, geht hervor aus einer vom Kaiser Ferdinand II. gern im Munde geführten Äußerung, die auch HOSMANN sich zu eigen macht [117]):

„Man kan auff dieser Welt Gottes die schweren Gewitter mit nichts bas vertreiben, denn durch das liebe Gebet",

und die Ängstlichen beschwichtigte man mit dem — freilich nicht uneingeschränkten — Trost [118]):

„wie dann die Donnerwetter gemeiniglich den Gleubigen nicht schaden können".

Also bleibt von der umfangreichen Literatur aus der man die Kenntnis des FRANKLIN'schen Blitzableiters vor FRANKLINS Zeit folgern zu müssen glaubte und die zunächst gerade durch die Mannigfaltigkeit der von einander unabhängigen, angeblichen Beweise verblüfft, bei scharf-kritischer Betrachtung nichts weiter übrig als die ägyptischen Tempelmasten und die auf sie bezüglichen Inschriften. Wie steht es nun mit diesen Beweisstücken?

Man ist zunächst, nach den vorigen Ausführungen, vielleicht geneigt, anzunehmen, daß auch die „blitzableitende" Wirkung dieser Masten lediglich auf einem abergläubischen Brauch beruhte. Daß die Masten nicht in Wirklichkeit den Blitz abzulenken vermochten, geht ja allein schon daraus hervor, daß die metallenen Spitzen der Flaggenmasten offenbar gar nicht leitend mit der Erde verbunden waren. Selbst STERNE, der von der echten Blitzableiterwirkung der Masten, in Übereinstimmung mit DÜMICHEN und BRUGSCH, so fest überzeugt war, daß ihm die alte Streitfrage, ob das Altertum die Blitzableiter kannte, mit der Auffindung der altägyptischen Tempel-



inschriften endgültig in bejahendem Sinne entschieden schien, macht auf den auffallenden Umstand aufmerksam, daß von einer Erdleitung der „Blitzableiter“ in der unteren Steinsäule keine Spur zu entdecken ist und daß, mit Ausnahme eines einzigen Falles, wo beim Tempel von Edfu der eine Pylon sich nahe bei einer Zisterne befand, die Wasserbehälter und Zisternen der Tempelanlagen sich sogar durchweg in beträchtlicher Entfernung von den Blitzableitern befanden. Aber auch abgesehen von diesem schon sehr beweiskräftigen Umstand, der gegen die echte Blitzableiternatur der Tempelsäulen und Flaggenmasten spricht, könnte zunächst auch der Ausdruck, daß die Spitzen das Unwetter des Himmels (bezw. den Gewittergott Typhon) „brechen“ sollten, auf einen abergläubischen Brauch gedeutet werden (vgl. fulgura frango!) und ebenso die eigentümlichen Flaggen an den aufgerichteten Masten, die in auffallender Weise an ähnliche Gebräuche in Deutschland erinnern [119]) und die — mindestens im deutschen Volksaberglauben — ein entstellter Nachklang der einst an den Wetterstangen befestigten Zaubersprüche auf Pergament sein dürften.

Möglichenfalls aber bedarf es nicht einmal einer Deutung der Flaggenmasten in diesem Sinne, der sich mit den sonstigen Blitzableiter-Vorkehrungen des Altertums hinsichtlich der nur eingebildeten Wirkung decken würde. Die heutigen maßgebenden Ägyptologen fassen nämlich den Sinn der einst für so beweiskräftig gehaltenen Tempelinschriften von Edfu und Dendera in wesentlich andrem Sinne auf, wie DÜMICHEN, BRUGSCH und EBERS es getan haben. Wie mir der Direktor der ägyptischen Abteilung im Berliner Museum, Herr Prof. Dr. ERMAN unter dem 9. Februar 1909 auf meine Anfrage gütigst mitteilte, lauten die bewußten Inschriften nach der heutigen Auffassung lediglich, daß die Flaggenmasten vermöge ihrer Höhe „die Wolken des Himmels stechen“ d. h. daß sie bis in die Wolken hineinragen, und auch diese Bemerkung, die mit Rücksicht auf die nicht übermäßig große Höhe der Pylonen — der größte, in Edfu, war 31½ m hoch — selbstverständlich unzutreffend ist, darf keineswegs als wörtlich gemeint aufgefaßt werden, sondern ist nur, wie unsere „himmelhohen Häuser“, eine stereotype Redensart, die in ägyptischen Inschriften häufig vorkommt und gelegentlich sogar von den Federn eines großen Kopfschmucks gebraucht wird. Aber auch aus dem auffallenden Vergleich der beiden Pylonen mit Isis und Nephthys, die den Osiris im Kampfe gegen den Typhon unterstützen sollen, darf durchaus keine Schlußfolgerung irgend welcher Art abgeleitet werden. Vielmehr schreibt mir Herr Prof.

ERMAN unter dem 19. Februar 1909 über die fragliche Tempelinschrift von Edfu gütigst folgendes:

„Es ist ein stereotyper Witz der ägyptischen Texte zwei Dinge, die zusammengehören mit den Göttinnen „Isis und Nephthys" oder den Göttern „Horus und Seth" zu vergleichen. Hier ist die Spielerei noch weiter getrieben und der Tempel oder das Tempeltor wird noch mit dem Osiris verglichen, neben dem diese beiden Göttinnen ja schützend gesessen haben. Auch das ist durchaus etwas Gewöhnliches und hat gar nichts zu besagen.

Wenn man all diese Phrasen der ägyptischen Texte wörtlich nehmen wollte, so könnte man die wundersamsten Dinge darin finden. Wir mit unserm nüchtern europäischen Verstande sind leicht geneigt, die nichtssagenden Phrasen des Orientalen ernst zu nehmen und wir müssen uns erst durch Übung daran gewöhnen. Man muß daher jeden, der nicht selbst Ägyptologe ist, warnen vor solchen Zitaten aus ägyptischen Texten; sie werden meistens mißverstanden."

Damit dürfte wohl auch den ägyptischen Pylonen und den auf sie bezüglichen Tempelinschriften jeder noch so kleine Rest an Beweiskraft in dem von BRUGSCH, DÜMICHEN und STERNE behaupteten Sinne genommen sein. Es würde ja auch allzu sonderbar sein, wenn grade in einem so ausnehmend gewitterarmen Lande, wie es Ägypten ist — in Kairo gewittert es im Durchschnitt nur alle paar Jahre einmal! — der FRANKLINsche Blitzableiter zuerst erfunden worden wäre (obwohl immerhin mit der Möglichkeit gerechnet werden könnte, daß vor 3000 und mehr Jahren die Gewitter in Ägypten zahlreicher waren, als sie es gegenwärtig sind)!

IV. Schluß.

Somit fällt also die Hypothese von der Existenz wirksamer und bewußt angewandter Blitzableiter im Altertum und Mittelalter bei genauer kritischer Untersuchung völlig in sich zusammen. Die von MARTIN und v. URBANITZKY vertretene Anschauung bleibt in vollem Umfange bestehen und wird auch durch das jenen beiden Forschern unbekannt gebliebene, altägyptische Material in keiner Weise erschüttert. Die alten Tatsachen, Sitten und Literaturstellen, aus denen man das Vorhandensein antiker Blitzableiter folgern zu können glaubte, gehören entweder und zwar zumeist in das außerordentlich umfangreiche Gebiet des Wetteraberglaubens oder basieren auf falscher Text-Interpretation (etruskische Blitzlehre, ägyptische Tempelinschriften) oder sind schließlich auf eine zufällige und unbewußte, richtige Anwendung der FRANKLINschen Blitzableiter-Gesetze (Tempel des Herodes in Jerusalem) zurückzuführen.

Wenn MEIDINGER in seiner Geschichte des Blitzableiters [120]) die Zeit vor FRANKLIN so gut wie überhaupt nicht berücksichtigt hat, so



ist dies also mit Recht geschehen. Der Grund für dies Verhalten mag ja zwar in erster Linie darin zu suchen sein, daß zur Zeit der Abfassung des Buches der Streit um das Sein oder Nichtsein der vorfranklinschen Blitzableiter noch nicht entschieden war. Doch auch künftige Arbeiten, welche die Geschichte des Blitzableiters behandeln, werden die Zeit vor FRANKLIN im wesentlichen vernachlässigen oder doch oder doch mit wenigen Worten darüber hinweggehen können, soweit die Kunst, in Wahrheit die Blitzgefahr abzulenken, in Betracht kommt.

Eine Frage für sich, die in einer Geschichte des Blitzableiters der gründlichen Erörterung jedenfalls bedarf, ist die vorfranklinsche Erkenntnis von der blitzanlockenden Eigenschaft des Eisens vor FRANKLIN und von der Analogie zwischen Erscheinungen der Reibungselektrizität und den elektrischen Reibungen der Atmosphäre. Spuren des ersteren Wissens sind mannigfach zu finden, ohne daß jedoch vor 1750 praktisch nutzbare Schlußfolgerungen daraus gezogen worden wären. Es ist hier nicht der Ort, auch diese Sonderfrage nach allen Richtungen zu untersuchen und zu erörtern. Immerhin mögen einige Literaturstellen zeigen, daß auch auf diesem Gebiete noch manche interessante Einzelheit in den alten Schriften zu finden ist.

Schon im Talmud, und zwar in der Tosephta des Traktats Sabbath, steht ein in seiner Bedeutung nicht recht erkennbarer Hinweis auf den Zusammenhang zwischen dem Eisen und dem Donner und Blitz [121]):

„Wenn eine Frau Küchlein im Siebe siebt (schüttelt) und Eisen zwischen die jungen Vögel legt, so ist das, wenn wegen des Donners und des Blitzes geschehend, erlaubt."

Eine weitere Spur dieser Erkenntnis findet sich z. B. in dem oben beschriebenen (vgl. Anm. 65) Verhalten der Schildwache am Schlosse zu Duino, ferner in einer aus dem Jahre 1689 sich findenden Beschreibung, die LAMI von einem Blitzschlag in die Abtei St. Medard bei Soissons geliefert hat [122]) und worin es vom Eisen heißt:

„Es scheint, daß dieses Metall den Blitz veranlaßt hat, es aufzusuchen."

1708 weist dann der Engländer WALL [123]) auf die Ähnlichkeit zwischen dem Knistern des durch Reibung elektrisch gewordenen Bernsteins sowie dem Funkenüberspringen mit dem Donner und dem Blitz des Gewitters hin:

„Dieses Licht und Knistern scheint einigermaßen Blitz und Donner vorzustellen."

Ganz deutlich wird weiterhin auf die „Sympathie" des Blitzes für das Eisen in einem vom 17. Juli 1717 datierten, aus Epperies



in Ungarn stammenden Brief eines unbekannten Verfassers hingewiesen, der wahrscheinlich mit dem in demselben Ort ansässigen DR. J. AD. REIMANN identisch war. Der Brief, der zunächst in der „Breslauer Sammlung“ abgedruckt wurde[124]) und später in REIMARUS bekanntes Werk „Vom Blitze“ überging[125]), beschreibt einen Blitzschlag in folgender Weise:

„Nachdem nun der Blitz .... heruntergeworfen .... ergriff er gedachter Eisendraht, und fuhr an selbigem durch die kleine Öffnung hernieder in die Uhrkammer.... Damit ich nichts verhölen oder übergehen möge, so ist zu merken, daß der Draht an dem Orte, wo er mit dem Striklein zusammenhing, an dem obgedachten Ekstein ongelegen, so daß der Blitz, da er dem Eisen nachgefaren, unumgänglich auf Stein auftreffen mußte. Ob er nun aus dieser Ursache in die Mauer gefahren, oder aber vielmehr bei dem Ende des eisernen Drahtes, wegen einer sonderbaren Sympathie des Blitzes mit dem Eisen, überlasse ich andern zu entscheiden, ungeachtet ich für meine Person das letztere daraus schließe, weil im Jahre 1673 der Blitz in eben den Turm und an eben der Seite, an dem eisernen Drahte, der damahls länger gewesen, one daß ihm gedachter Eckstein sollte entgegen gestanden seyn, bis zu unterst herabgefaren.

Angeblich wurde dann 1726 vom Engländer JOHN WOOD zuerst die Idee ausgesprochen, daß Metalldrähte die Elektrizität auf beliebige Entfernung fortzuleiten vermögen — doch ist hierüber nichts Näheres bekannt. Im Februar 1729 wurde jedenfalls diese Tatsache durch den Engländer STEPHEN GREY entdeckt, der auch bald darauf, am 2. Juli 1729, den Unterschied zwischen Leitern und Nichtleitern auffand[126]). Späterhin wurde noch wiederholt vor FRANKLIN darauf hingewiesen, daß Blitz und Donner vermutlich dasselbe seien, wie eine elektrische Entladung, so z. B. von NOLLET[127]) in Paris und von WINKLER[128]) in Leipzig.

Mit dem Jahre 1747 begann dann der Aufsehen erregende Briefwechsel zwischen BENJAMIN FRANKLIN und PETER COLLINSON, der die Theorie der Elektrizität auf ganz neue Bahnen lenkte und die Erfindung des Blitzableiters einleitete. Man darf es heute als gewiß ansehen, daß die Erfindung des Blitzableiters im Jahre 1750 durch zwei Männer gleichzeitig erfolgte, durch BENJAMIN FRANKLIN in Philadelphia und durch den Pfarrer PROKOP DIVISCH zu Prenditz bei Znaim. Des letztgenannten, bisher wenig bekannten Mannes Bedeutung ist erst in den letzten Jahrzehnten langsam richtig gewürdigt worden. Seiner eigenen Angabe nach[129]) kam ihm der Gedanke des Blitzableiters, der spätestens am 27. Februar 1753 von ihm verwirklicht worden war und am 15. Juni 1754 seine Feuerprobe bestand, bereits im Jahre 1750:



„Indem ich bemerkte. daß der Blitz derselben Natur sei wie das elektrische Feuer, faßte ich den Entschluß, nach den Prinzipien der Elektrizität und des Experimentes eine Maschine zu konstruieren, um das Gewitter abzuwenden. Mit der Ausführung dieser Idee habe ich einige Zeit gewartet, um zu sehen, was andere Gelehrte herausbringen".

Dieses Warten in Verbindung mit der Tatsache, daß DIVISCH keine Beziehungen zu gelehrten Gesellschaften hatte, denen er seine in der Prenditzer Abgeschiedenheit gemachte Entdeckung mitteilen konnte, brachte ihn um die Priorität der gewaltigen Erfindung, die nach wie vor in vollem Umfange FRANKLIN gebührt. Am 29. Juli 1750 wurde sie zum ersten Male in einem Briefe FRANKLINS an PETER COLLINSON schriftlich niedergelegt, und mit der Wiedergabe des bedeutsamsten Abschnitts dieser wichtigen Literaturstelle mag die vorstehende Untersuchung abgeschlossen werden[130]):

„Wenn es sich so verhält, könnte nicht unsere Kenntnis von der Kraft der Spitzen dem menschlibhen Geschlechte von Nutzen sein, um Kirchen, Häuser, Schiffe vor dem Blitzschlage zu bewahren, indem es uns dazu führte, auf den höchsten Teilen dieser Gebäude aufrecht stehende, eiserne Stangen zu befestigen, die so scharf wie eine Nadel gemacht und, um den Rost abzuwehren, vergoldet sind? Von dem Fuße dieser Stange müßte ein Draht an der Außenseite der Häuser heruntergeleitet werden bis in den Grund, oder bei Schiffen an dem Tauwerke bis zum Wasser. Diese spitzen Stangen würden wahrscheinlich das elektrische Feuer einer Wolke ganz geräuschlos weit früher ableiten, als dieselbe nahe genug zum Schlagen käme, nnd würde uns dazu vor diesem plötzlichen und schrecklichen Unglück bewahren."

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, der Herren öffentlich zugedenken, die mich bei der nicht immer leichten Auffindung und Deutung einiger Teile des vorstehend verarbeiteten Materials freundlichst unterstützt haben. Es waren dies die Herren Gymnasialprofessor Dr. HANS DRAHEIM vom Kgl. Wilhelms-Gymnasium in Berlin, ferner der Direktor der ägyptischen Abteilung der Kgl. Museen in Berlin, Herr Prof. Dr. ADOLF ERMAN in Steglitz, Herr Ingenieur FRANZ M. FELDHAUS in Friedenau und der vor wenigen Monaten verstorbene Rabbiner Dr. JULIUS OPPENHEIMER in Schöneberg bei Berlin. Ihnen allen sage ich hiermit für ihre liebenswürdige Mühewaltung meinen verbindlichsten Dank.



Litteratur-Nachweise.

1) LOUIS POINSINET DE SIVRY: „Histoire naturelle de Pline" I S. 78ff. und IX S. 533ff., Paris 1771—1782.

2) JOHANN PHILIPP OSTERTAG: 1. „Commentatio philologica-physica de Jove Elicio" Wetzlar 1775. 2. „de auspiciis ex acuminibus", Regensburg 1779. 3. „Archäologische Abhandlung über die Blitzableiter und die Kenntnisse des Alten von der Elektrizität" in den „Neuen physikalischen Abhandlungen der bayrischen Akademie der Wissenschaften" Bd. IV. S. 113ff., München 1785.

3) 1. „Briefwechsel zwischen Michaelis und Lichtenberg über die Absichten oder Folgen der Spitzen auf Salomos Tempel" im „Göttinger Magazin" 1783, III, 5. 2. JOHANN DAVID MICHAELIS: „Zerstreute kleine Schriften" Bd. III, S. 387 ff., Jena 1793—95. 3. GEORG CHRISTOPH LICHTENBERG: „Physikalische und Mathematische Schriften" in den „Vermischten Schriften", Bd. III S. 251ff., Göttingen 1803.

4) LAZARUS BENDAVID: „Berlinisches Archiv der Zeit und des Geschmacks" Bd. II, S. 328ff. und 525ff., Berlin 1794.

5) ALOYS HIRT: 1. „Der Tempel Salomonis", Berlin 1803. — 2. „Über die Baue Herodes des Großen" in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften, Hist.-phil. Klasse, 1816/17, S. 1—24 (Vortrag vom 1. Febr. 1816).

6) JOH. SALOMO CHRISTOPH SCHWEIGGER: „Einleitung in die Mythologie auf dem Standpunkte der Naturwissenschaft" S. 22ff., Halle 1836.

7) K. CHR. FISCHER: „Beiträge zur Urgeschichte der Physik in Schweiggers Sinne" S. 16ff. Nordhausen 1833.

8) LOUIS DUTENS: „Origine des découvertes attribuées aux modernes" Bd. II, Kap. 15, Paris 1776.

9) C.-S. DE LA BOISSIÈRE: „Mémoires sur les connaissances des anciens dans l'art d'absorber et d'évoquer la foudre" in „Notice des travaux de l'Académie du Gard de 1812 à 1821" Teil I, S. 304ff., Nîmes 1822. (Vorgetragen im November 1811).

10) EUSÈBE SALVERTE: „Sciences occultes" Kap. 24, S. 390ff., Paris 1843.

11) MORAND: „Histoire philosophique des sciences et de la civilisation" S 539 und 548. Paris 1838.

12) JEHAN: „Electricité atmosphérique" im „Dictionnaire des sciences physiques et naturelles", S. 479ff., Paris 1857.

13) ÉDOUARD FOURNIER: „Le vieux-neuf, histoire ancienne des inventions et découvertes modernes", Bd. I, S 172ff. Paris 1859.

14) BOULLET: „De l'État des connaissances relatives à l'électricité chez les anciens peuples de l'Italie", S. 29ff., St.-Etienne, 1862.

15) ATHANASE-LAURENT-CHARLES COQUEREL: „Biographie sacrée" Paris 1837.

16) JEAN JAQUES AMPÈRE: „L'histoire romaine à Rome", Bd. I, S. 385ff., Paris 1862.

17) SESTIER und MÉHU: „De la foudre".

18) EUGÈNE LOUDUN: „Les deux paganismes", Teil I, Kap. I, S. 26, Paris 1865.

19) WILLIAM FALCONER: „Memoirs of the litterary and philosophical society of Manchester", Bd. V. London 1842.

20) FRIEDRICH MÜNTER: „Forklaring af en Inscription paa en gammel etruscisk Ara i Cortona" in „Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs og Historiske Afhandlinger. Förste Deel". Kopenhagen 1823.

21) ANTON. MARIN. VASALLI-EANDI: „Conghettiure sopra l'Arte di tirar i fulmini appo gli antichi", Turin 1791; auch in „Opuscoli scelti di Milano" Bd. VIII, S. 215 und Bd. XIV. S. 174.



22) ANG. M. CORTENOVIS: „Dell' Elettricismo conoscitao dagli antichi. dialoghi tre". Ohne Ort und Jahr.

23) JULIUS LUDWIG JDELER: 1. Meteoorlogia veterum Graecorum et Romanorum" Kap. 7, § 38, S. 172ff., Berlin 1833. — 2. „Aristotelis Meteorologica", Bd. II, S. 240ff., Leipzig 1836.

24) GIUSEPPE MICALI: L'Italia avanti il dominio dei Romani, Kap. 28, Florenz 1810.

25) GIOVANNI LUDOVICO BIANCONI: „Opere" Bd. III, S. 178ff. Mailand 1802.

26) DOMINIQUE. FRANÇOIS ARAGO: „Sur le tonnerre" im „Annuaire du bureau des longitudes pour l'an 1838", S. 221ff. Paris 1838.

27) THOMAS HENRI MARTIN: „La foudre, l'électricité et le magnétisme chez les anciens", S. 305ff. Paris 1866.

28) HEINRICH BRUGSCH-PASCHA, „Bau und Maße des Tempels von Edfu" in der „Zeitschrift für ägyptische Sprache und Altertumskunde", November- und Dezember-Nummer 1871, S. 143/4.

29) JOHANNES DÜMICHEN: „Baugeschichte des Denderatempels und Beschreibung der einzelnen Teile des Bauwerks" S. 12 und 13, Straßburg 1877.

30) CARUS STERNE (ERNST KRAUSE): „Zur Urgeschichte des Blitzableiters" in den Sonntagsbeilagen der „Vossischen Zeitung" vom 7. Januar bis 18. Februar 1877.

31) HEINRICH BRUGSCH-Pascha: „Eine Blitzstudie" in „Aus dem Morgenlande", RECLAMS Universitätsbibliothek Nr. 3151/2, S. 128ff.

32) ALFRED Ritter v. URBANITZKY: „Elektrizität und Magnetismus im Alter-Urbanitzky tume, S. 244ff., Wien, Pest, Leipzig 1887.

33) a. a. O. (vgl. Anm. 31) S. 138 und 136.

34) a. a. O. (vgl. Anm. 29) S. 13.

35) a. a. O. (vgl. Anm. 31) S. 139.

36) I Kön., VII, v. 15—21.

37) FLAVIUS JOSEPHUS: „Antiquitates" VIII, 3, 4.

38) II Chron., III, v. 15—17.

38a) A. KLOSSOOSKY: „Distribution annuelle des orages à la surface du globe terreste". Odessa 1894.

39) BERNHARD NEUMANN: „Die heilige Stadt und ihre Bewohner", Hamburg 1877.

40) Buch Esra, Kap. 6, Vers 15 und JOSEPHUS: „Antiquitates" Buch XI. Kap. 4.

41) FLAVIUS JOSEPHUS: „Antiquitates" Buch XV, Kap. 14 und „de bello Judaico" Buch V. Kap. 5.

42) FLAVIUS JOSEPHUS de bello Judaico, V, 5, 6.

43) desgl. VI, 5, 1.

44) Ecloga in Photii bibl. LXXVII, 144ff.

45) a. a. O. (vgl. Anm. 7), S. 16/17.

46) Vossische Zeitung, Sonntagsbeilage vom 7. Januar 1877.

47) FLAVIUS PHILOSTRATUS: „Die vita Apollonii Tyanei" III, 21.

48) desgl. II, 33; III, 14.

49) PLINIUS: „Victoria naturalis" II, 54.

50) a. a. O. (vgl. Anm. 13) Bd. I, S. 175.

51) a. a. O. (vgl. Anm. 47) II, 33, auch III, 15.

52) PLINIUS: A. a. O. (vgl. Anm. 49). LIVIUS: „Historia Romana" I, 20, 7 und I, 31, 8; OVID: „Fasti" III, 327/8, vgl. auch VERGILS „Eklogen" VI, 5, 42.

53) KASPAR VON ORELLI: „Inscriptionum latinarum selectarum amplissima collectio". Inschriften Nr. 6497, 6522, 6777. Zürich 1828.

54) EUSEBIUS: „Ecclesiastica historia“, V, 5, 1—5.

55) RUFFINUS: „Ecclesiasticae historiae Eusebii Pamphili libri novem Ruffino Aquilejense interprete“, V, 5, 1—5.

56) TERTULLIANUS: „Apologeticum“ 5.

57) DIO CASSIUS „Historia Romana“ LXXI, 8—10 (im Auszug des Xiphilinos).

58) ADOLF HARNACK: „Die Quelle der Berichte über das Regenwunder im Feldzuge Marc Aurels gegen die Quaden“, Abhandl. der Berl. Akad. der Wissenschaften, 1894, S. 835 ff., vorgetragen am 5. Juli 1894.

59) desgl., S. 873. 60) ZOSIMUS: „Historia nova“ V, 41.

61) PETRUS GREGORIUS THOLOSANUS: „Syntagma juris universi“, Buch 34, Kap. 13: „de elementorum per magos turbinatione“, Frankfurt a. M. 1599, S. 672/3.

62) BAPTISTE-HONORÉ-REYMOND CAPEFIGUE: „Hugues Capet et la troisième race“, Bd. I, S. 322, Paris 1839.

63) a. a. O. (vgl. Anm. 13) S. 175.

64) BERNARDINUS DE SENIS: „Quadragesimale de christiana religione“, Rede X: „de idolatrie cultu“, Venedig, 1599.

65) FERRANTO IMPERATI: „Historia naturalis“ Kap. 8, Neapel 1599.

66) a. a. O. (vgl. Anm. 5), S. 12.

67) a. a. O. (vgl. Anm. 26), Kap. 42, § 1.

68) HIRSCH GRAETZ: „Geschichte der Juden“, Bd. III, S. 226, Leipzig 1853—1876.

69) JAKOB HAMBURGER: „Real-Encyclopädie für Bibel und Talmud“, Bd. II, S. 1201, Strelitz 1883.

70) Vers 1114. 71) Sat. 1, 8, 6-7.

72) a a. O. (vgl. Anm. 5), S. 19.

73) a. a. O. (vgl. Anm. 9). S. 311.

74) GUILLEAUME DUCHOUL: „Discours de la Réligion des anciens Romains illustré d'un grand nombre de Médailles“, S. 46, Lyon 1556.

75) a. a. O. (vgl. Anm. 47), III, 14.

76) ecloga in Photii bibl. „de Indicis“, 57,8.

77) IV, 94, 5. 78) PALLADIUS de re rustica I, 35, 1.

79) DIO CASSIUS: Historia romana LIX, 28.

80) Ilias XXIII, 724.

81) Analyt. Post. II, 94b, Berl. Ed.

82) ADOLF BASTIAN: „Das Kulturland des alten Amerika“, Bd. I, S. 520, Berlin 1878.

83) desgl. Bd. II, S. 243.

84) FERDINAND FRHR. VON ANDRIAN: „Über Wetterzauberei“, in den „Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien“, Bd. XXIV, S. 44, S. 37 und S. 31. Wien 1894.

85) J. F. VONBUN: „Die Sagen Vorarlbergs“, S. 153-156, Innsbruck 1858.

86) JAKOB GRIMM, „Deutsche Mythologie“, Bd. I, S. 526, Göttingen 1835.

87) JOH. WOLFGANG BOECLER und FR. R. KREUTZWALD: „Der Esthen abergäubische Gebräuche, Weisen und Gewohnheiten“. S. 110, St. Petersburg 1854.

88) ADOLF WUTTKE: „Der deutsche Volksaberglaube der Gegenwart“ § 443 bis 445, 3. Auflage, Berlin 1900.

89) RAIMUND FRIEDRICH KAINDL: „Die Huzulen“ S. 90f., Wien 1894.

90) a. a. O. (vgl. Anm. 84), S. 105 und S. 55.

91) JGNAZ VINZENZ ZINGERLE: „Sitten, Bräuche und Meinungen des Tiroler Volkes“ S. 72/3 und S. 138. Innsbruck 1857.

92) „Mitteilungen des historischen Vereins für Steiermark, Bd. 27, S. 122ff.
93) PLUTARCH: „Symposiaca" VII, 2.
94) SENE: „Quaestiones" naturales IV, 7.
95) desgl IV, 6.
96) a. a. O. (vgl. Anm. 84), S. 31.
97) a. a. O. (vgl. Anm. 91) S. 74, Innsbruck, 1857.
98) a. a. O. (vgl. Anm. 63), Rede X.
99) a. a. O. (vgl. Anm. 61).
100) a. a. O. (vgl. Anm. 2) „Archäologische Abhandlung", S. 133.
101) ABRAHAM HOSMANN: „De tonitru et tempestate, das ist Notwendiger Bericht von Donnern und Hagelwettern . . .", S. 121. Magdeburg, 1618.
102) a. a. O. (vgl. Anm. 84), S. 107.
103) a. a. O. (vgl. Anm. 91), S. 72.
104) A. v. OBERMAYER: „Zur Geschichte der Schutzmittel wider Hagelschläge", in den „Jahrbüchern der K. K. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus." Jahrgang 1902, Anhang S. 4 Wien 1904.
105) E. OTTAVI: „Gli spari contro la grandine in Stiria", S. 31. Casale 1899.
106) J. N. FISCHER: „Beweis, daß das Glockenläuten bei Gewittern mehr schädlich als nützlich sei." München 1784.
107) a. a. O. (vgl. Anm. 94), lib. II 32.
108) desgl. II, 32. 109) desgl. II, 47. 110) Sat. I, 5, 100.
111) LUCRETIUS CARUS: de natura rerum II, 1101; VI, 416.
112) CICERO: de divinatione II, 20.
113) a. a. O. (vergl. Anm. 94), II, 42.
114) LUCANUS: Pharsalia I, 155.
115) a. a. O. (vergl. Anm. 109), I, 72.
116) SUETON: Augustus, Kap. 90, Tiberius, Kap. 69, Caligula, Kap. 51; DIO CASSIUS, Hist. Romana LIX, 28.
117) a. a. O. (vgl. Anm. 100), S. 116.
118) desgl., S. 75.
119) (vgl. Anm. 87), letzten Abschnitt.
120) HEINRICH MEIDINGER: „Geschichte des Blitzableiters". Karlsruhe 1888.
121) Tosephta Sabbath, Kap. 7, 19 (Ausgabe ZUCKERMANDL S. 118, Z. 4—5). Übersetzt von HEINRICH LEWY in der „Zeitschrift des Vereins für Volkskunde" Jahrgang 1893, S. 23—40.
122) FRANÇVIS LANI: „Conjectures physiques sur quelques colonnes de nuées...", S. 259. Paris 1689.
123) Wall Experiments of the Luminous Qualities of Amber, Diamonds and Gumi Lac in den „Philosophical Transactions" Bd. XXVI, S. 71 London, 1710.
124) „Breslauer Sammlung" I Vers. 1717, S. 64.
125) JOH. ALB. HINR. REIMARUS: „Vom Blitze", 276/6. Hamburg 1778.
126) „Philosophical Transactions from 1720—1732", Bd. VII, S. 9.
127) JEAN-ANTOINE-VOLLET: „Leçons de physique experimentale." Paris 1743.
128) JOH. HEINRICH WINKLER: „Die Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäßen. . . ." Leipzig, 1746.
129) PROKOP. DIVISCH: „Längst verlangte Theorie von der meteorologischen Elektrizität", Tübingen 1768.
130) BENJANIN FRANKLIN: „Experiments and observations on Electricity made at Philadelphia in America, S. 65. London 1759..



Sonderbare Tiere.

Von H. STADLER, München-Ingolstadt.

Vor Jahren schon habe ich in WÖLFFLINS Archiv für latein. Lexikologie und Grammatik (X 309) den rätselhaften Pflanzennamen fetalocus = aristolochia behandelt. Derselbe findet sich zuerst im alphabetischen latein. Dioskurides (Colle 1478, Lyon 1512) und im Corpus Glossariorum III 536, 51, dann gesellt mit einem zweiten Unnamen apiston in der Clavis sanationis des SIMON JANUENSIS (c. 1300 n. Chr.), der hierfür auch noch des Pseudo-THEODORUS PRISCIANUS Schrift de simplici medicina zitiert (cf. V. ROSE, S, 404), und schließlich noch in dem opus pandectarum medicinae des MATTHÄUS SYLVATICUS (c. 1314). Die Quelle dieser beiden Namen ist nämlich der latein. Dioskurides der Gotenzeit, wo es im 4. Kapitel des 3. Buches (VOLLMÖLLERS Roman. Forsch. X. 3, p. 377) heißt: Aristolocia dictum est, quae a Grecis feta logos dicitur et apiston utile interpretant Greci. Hierin stecken einige Lesefehler des Abschreibers unserer Handschrift (cod. Mon. lat. 337); es muß nämlich heißen: quia (q_2—q;) a Grecis feta (= gravida) *λοχός* dicitur et ariston (*ἄριστον*) utile interpretant Greci [1]. Also haben wir eine richtige Etymologie des Namens *ἀριστολοχία*. Infolge der falschen Lesungen unserer Handschrift aber hielt man das zusammengezogene fetalogos und apiston für Synonyma.

Ganz ähnliche, ja zum Teil noch ergötzlichere Fälle kann ich heute auf zoologischem Gebiete nachweisen. Es bringt nämlich Albertus Magnus de animalibus (XXII 2, 24 Borgnet) folgende Tierbeschreibung: Catum (Cacum cod. Col.) ferunt esse animal in Arcadia super ripam fluminis Tyberis habitans in antris, infestum bobus, ita ut tres aliquando simul per caudas ad antrum trahat: timet autem hominem multum, et cattum (!) (tamen cod. Col.) interficit et insidiatur ei. Est autem species (!) (spiritus cod. Col.) pulmonis ipsius adeo calidi et subtilis veneni, ut at modum flammae

1) Diosc. ed. WELLMANN 3,4 *ὀριστολοχεία ὠνόμασται μὲν ἀπὸ τοῦ δοκεῖν ἄριστα βοηθεῖν τοῖς λοχοῖς.*

consumat ea, quae tetigerit. Quelle ist des THOMAS VON CANTIMPRÉ liber de natura rerum, woraus diese Geschichte auch VINCENZ VON BEAUVAIS abschreibt (spec. nat. 19(20)5). Cacus est monstrum in Archadia totum setosum ut porcus eqs. Den THOMAS übersetzt auch KONRAD VON MEYENBERG III 14, S. 129, PFEIFFER): Cathus ist ain tier in dem Land Archadia, das ist zemâl stinkend als ain verunraint swein usw. THOMAS selbst bezog, wie der nächste Satz erweist (Et ut scribit Adelinus philosophus . . .), einen Teil dieser Schilderung aus den Rätseln des Bischofs ALDHELMUS; für den kundigen Leser ist aber längst klar, daß hier der aus Livius I 7, Vergil Aeneis 8, 194 u. a. wohl bekannte räuberische Riese Cacus, den HERAKLES auf dem Rückwege von der Fahrt nach den Rindern des GERYONES erschlug, aus der Mythologie in die Zoologie geraten ist.

Die Tierwerdung begegnete aber auch — einem bloßen participium perfecti! So hat ebenfalls THOMAS VON CANTIMPRÉ unter den Seeungeheuern folgendes (ich nehme den Text dieses ungedruckten Autors aus cod. lat. Mon. 27006 saec. XV.): Exposita bestia est in illa parte maris, que Indiam (lies Iudaeam) praeterfluens oppido Jopen alliditur. harum beluarum una, ut scribit Plinius, Romae allata est inter reliqua mundi miracula, quam Scaurus Romanorum maior in aedilitate sua copiosissime praeparavit. Inventique sunt in ea belua| dentes maximi atque longissimi, pinguedo quoque cubitorum quinque. Darauf folgt eine schöne Moral. ALBERTUS exzerpiert dies de animal. XXV 49 Borgnet. Exposita, ut dicit Plinius, bestia est in maris illa parte, quae in Iudaea Joppen attingit etc. VINCENZ, dem in Paris ein guter Plinius zur Verfügung stand, bringt dieses Tier nicht mehr, denn da heißt es ganz deutlich n. h. 9, 11: Turanius prodidit expulsam beluam in Gaditano litore . . . . dentes eiusdem CXX, maximi dodrantium mensura, minimi semipedum. Beluae cui dicebatur exposita fuisse Andromeda ossa Romae apportata ex oppido Judaeae Jope ostendit inter reliqua miracula in aedilitate sua M. Scaurus pedum XL . . . spinae crassitudine sesquipedali. Die beiden Notizen sind also ineinandergeschoben, aus expulsa—exposita der Tiername geworden.

Nun hat aber dieses Geschick, als Fisch wenigstens einige Zeitlang durch die Literatur zu schwimmen, auch zwei historische Persönlichkeiten getroffen, welche PLINIUS als seine Gewährsmänner zitiert, nämlich den Reisebeschreiber STATIUS SEBOSUS, Zeitgenossen des CICERO, und den Kriegsgefährten des L. LUCULLUS, TREBONIUS NIGER.



Es schildern nämlich Thomas von Cantimpré und nach ihm Albertus (de animal. XXIV 95 Borg.) und Vincenz 17 (18) 122 nach den angeblich im Ganges vorkommenden Platanistae ein weiteres Monstrum mit den Worten: hiis sociae sunt beluae, quas statios (stacios Alb.) vocant brachiis binis. hiis vires tantas inesse dicunt, ut elephantes ad po[r]tum venientes morsibus infestant et eorum promuscides abstrahant. Das stammt aus Plin. n. h. 9, 46. In eodem (Gange) esse Statius Sebosus . . . affert vermes branchiis binis . . . . . his tantas esse vires ut elephantos ad potus venientis mordicus comprehensa manu eorum abstrahant.

Den Höhepunkt der Verwirrung bildet aber doch folgendes:

Thom. l. l.	Plin. n. h. 9, 79.
Trebius niger piscis est, ut dicit Plinius. Est pedalis in longitudine et cum ita parvus est, tum piscis iste quinque digitorum crassitudinem habet. hanc ei inesse vim Plinius recitat, ut pars eius adservata in sale aurum, quod deciderit iu altissimos puteos, admota extrahat et faciat fluitare.	Est parvus admodum piscis adsuetus petris echeneis appellatus. . . . . 80. Trebius Niger pedalem esse et crassitudine quinque digitorum, naves morari, praeterea hanc esse vim eius adservati in sale ut aurum quod deciderit in altissimos puteos admotus extrahat.
Mutant colorem caudidum in hyeme et sunt aestate nigriores Inter omnes quidem pisces trebius solus et alga nidificat et in nido ova parit.	81. mutant colorem candidum menae et fiunt aestate nigiores. mutat et phycis . . . . . eadem piscium sola nidificat ex alga atque in nido parit.
Trebius oceano est, quitodiro rostro, quod habet, naves perforat. Sed illi maximi sunt, qui in oceano sunt.	32, 15. Trebius Niger xiphian, id est gladium, rostro mucronato esse, ab hoc naves perfossas mergi in oceano . . . . . tradit.

Dasselbe hat Albertus mit den für ihn charakteristischen Änderungen: de animal XXIV 127. Borg. Trebius est piscis niger aestate, candidus in hyeme, ut dicit Plinius, sed in Occeano efficitur maior: et cum pedalis est, pinguedinem habet quinque digitorum, quae sale condita aurum ex aquis, quamvis in profundissimos puteos deciderit, extrahit et de fundo facit fluctuare. Hic piscis ex alga nidum construit et in nido ova parit: et cum magnus est in Occeano, acutissimo rostro naves perforat.

Auch Vincenz von Beauvais läßt sich diesmal berücken



(17(18)97) und, da dieses Kapitel auch seine verkürzte Vorlage hatte, auch KONRAD VON MEGENBERG: N. 28, S. 259 Pf.: Von dem Tribian.

Trebius haizt ain tribian. daz ist ain swarzer visch und ist ains fuozes lang, und PLINIUS spricht, daz er die Kraft hab, sei daz man sein ain stuck in salz leg und es dar inn behalt, vall ain stuck goldes in ainen tiefen prunnen und hab man daz stuck des visches dar zuo, ez zieh ez her auz dem gar tiefen prunnen.

Zum Schluß darf ich wohl noch darauf hinweisen, daß derselbe „Naturforscher", weil er in seiner gotischen Vorlage die aves pluviales (Regenpfeifer, **pluuiales**) nicht recht lesen konnte, daraus aves plumales machte und auch gleich eine Erklärung fabrizierte in N. 59, S. 216 Pf. Plumalis avis haizt aigentlich nâch der latein ain federvogel, darumb, daz er gar schoen geziert federn hât. Und da weiterhin in seiner Vorlage, wie heute noch in dem aus Regensburg stammenden cod. Mon. lat. 13582 und der Melker Handschrift cod. 109 (B 79) zu sehen ist, der Rubrikator statt des M ein N gemalt hatte, macht er (N. 21, S. 255 Pf.) aus dem Fische mullus einen nullus und weiß sich auch da gleich zu helfen (von dem kainvisch. Nullus haizt ain kainvisch), obwohl unmittelbar darauf die alte Erklärung einsetzt: der hât den namen darumb, sam ISIDORUS spricht, daz er waich (mullus — mollis) ist . . . . . .

Theodor Dorsten, ein deutscher Botaniker, 1521—1548.

Von Archivar a. D. F. W. E. ROTH.

DORSTEN hieß mit seinem Familiennamen GLUNTZ[1]), latinisiert GLUNTIUS, nannte sich aber nach seinem Heimatort Dorsten in Westfalen THEODORICUS DORSTENIUS. Er studierte zu Erfurt 1521, wurde daselbst Magister und als THEODORICHUS DORSTENIUS magister Erdfurd. unter dem Rektor ERHARD SCHNEPF zu Marburg für das Winterhalbjahr vom 1. Januar bis 1. Juli 1532 eingeschrieben[2]). Die Lebensschicksale DORSTENS von 1521 bis 1532 sind ein unbeschriebenes Blatt. Mit seiner Immatrikulation zu Marburg dürfte er Professor am Pädagog durch Berufung geworden sein. DORSTEN war 1542 Vorstand des Marburger Pädagogs und zählte zu den hervorragendsten Professoren der Marburger Hochschule[3]). Er lebte noch 1546, indem in diesem Jahr am 30. Juni dessen Söhne PHILIPP und JAKOB DORSTEN aus Marburg zu Marburg eingeschrieben wurden[4]). Am 25. April 1548 wurde DORSTEN Doctor der Heilkunde zu Marburg als THEODORICUS GLUNTIUS DORSTENSIS[5]) und scheint sich als Arzt zu Cassel niedergelassen zu haben. Der 1572 zu Marburg eingeschriebene NICOLAUS THEODORICUS CASSELLANUS[6]) dürfte ein Enkel DORSTENS gewesen sein. Wann THEODERICH DORSTEN starb, ist nicht bekannt. Derselbe dürfte als Professor zu Marburg mit dem Marburger Verleger und Buchdrucker CHRISTIAN EGENOLF, welcher das Hauptgeschäft zu Frankfurt a. M. hatte, bekannt ge-

1) Unter diesem Namen erfolgten die Einschreibungen 1521 zu Erfurt und 1548 zu Marburg; vgl. CAESAR, catol. studios, Marburg. II S. 7. Das Botanicon DORSTENS führte den Beinamen für den Familiennamen in die Literatur ein, was beibehalten werden muß.

2) DORSTEN war etwa 1501 bis 1505 geboren. 1521 galt er unter dem Erfurter einschreibenden Rector MARTINIUS DE MARGARITIS für unbemittelt und ward gratis behandelt, nam Famulus doctoris HERMANI DORSTENSIS 1 nivellem bedellis. vgl. WEISSENBORN, Erfurter Matrikel II, S. 322.

3) CAESAR a. a. O. I. S. 38.

4) Ebenda I. S. 55.

5) Ebenda II. S. 6 (VII Cal. Maii).

6) Ebenda III. S. 4.



worden sein [1]. EGENOLF veranlaßte den DORSTEN, den deutschen ortus sanitatis in lateinischer Übertragung herauszugeben. DORSTEN konnte sich dazu nur schwer entschließen [2]. DORSTEN war jedenfalls Arzt von Haus aus, damit Pflanzenkenner und dürfte die Stellung am Marburger Pädagog mehr als Subsidienquelle für bessern Lebensunterhalt bekleidet haben. Doch übernahm er die Übertragung und lieferte eine freie Übersetzung, teilweise sogar Umarbeitung von EUCHARIUS RÖSSLINS Kräuterbuch in lateinischer Sprache für EGENOLFS Verlag zu Frankfurt a. M. DORSTEN war in der medizinisch-botanischen Literatur der Zeitgenossen sehr bewandert, er benützte des LEONHARD FUCHS Schrift: de erroribus medicorum [3], das deutsche Kräuterbuch des OTTO BRUNFELS [4], die Schrift des HIERONYMUS, genannt herbarius [5], eine solche des Grafen HERMANN VON NEUENAHR [6], sowie des HIERONYMUS BOCK, genannt TRAGUS [7] und machte von deren Forschungen einen ausgiebigen Gebrauch. Als benützt erwähnt DORSTEN in dem Vorwort des botanicon des LEONICENUS, des MANARDUS, OTTO BRUNFELS, RUELLIUS, ANTONIUS MUSA, LEONARDUS FUCHSIUS [8]. DORSTEN kannte auch des JANUS CORNARIUS Kommentar zum Galenus, de compositione medicamentorum [9], des EURICIUS CORDUS botanologicon [10], sowie den HIERONIMUS BRUNSCHWYG [11]. Das Buch widmete er dem Marburger Professor der Mathematik und Arzt Dr. BURCHARDUS MITHOBIUS aus Neapel [12]. Derselbe ist als Schriftsteller über Heil-

1) Über EGENOLFS Geschäft zu Marburg vgl. v. DOMMER, Marburger Drucke. 1892, S. 17—24. G. KOENNECKE, Hessisches Buchdruckerbuch, 1894, S. 222.

3) Botanicon 1540, Blatt 2, Vorderseite: Superiore anno, clarissime d. doctor, CHRISTIANUS EGENOLFUS typographus Francfordianus precibus a me contendit, ut volumen illud herbarium, quod in Germanica lingua jam olim stanneis excusum formulis in vulgus emiserat, latinitate donarem, ac idem ex optimorum medicorum viridariis locupletarem. Quod laboris, licet ego meo, quod ajunt, me pede metiens, deprecari non desierim, tamen sic institit ac ursit ille, ut sedulus evicerit, persuasus imposito oneri me parem ac idoneum fore, qui jam et temporis et studii non parum in arte medica insumpserim.

3) Errata recentiorum medicorum L. Hagenau, Secer, 1530. Mense Martio, Quarto, 80 Blätter (Straßburg, Univ.-Bibl.) Blatt 36 und 72 des bontanicon DORSTENS.

4) Botanicon, Blatt 88.

5) Abgedruckt in des BRUNFELS vivae eicones Teil II, Straßburg, 1532; vgl. meinen Aufsatz in der botanischen Zeitung 1900, S. 212.

6) Botanicon, Blatt 80, Rückseite.

7) Ebenda. 8) Ebenda, Blatt 2, Rückseite. 9) Ebenda, Blatt 22, Vorderseite.

10) Ebenda, Blatt 32, Vorderseite.

11) Ebenda, Blatt 31, Rückseite.

12) Botanicon, Blatt 2, Vorderseite: Clarissimo simul ac doctissimo viro d. doctori BURCHARDO MITHOBIO illustriss. ducis ERICI BRUNSVICENSIS medico excellen-



kunde und Mathematik bekannt[1]). Auch der Marburger REINHARD LORICH aus Hadamar dürfte zu den Bekannten DORSTENS gehört haben, da derselbe in DORSTENS botanicon ein Epigramm lieferte[2]).

Um auf DORSTENS Buch botanicon, dessen Titel wohl dem des EURICIUS CORDUS nachgebildet sein dürfte[3]), zurückzukommen und dasselbe zu würdigen, so enthält dasselbe ein dreifaches Verzeichnis der griechischen, lateinischen und deutschen Pflanzennamen in guter Zusammenstellung, auch die zahlreichen Pflanzenabbildungen entbehren nicht der griechischen, lateinischen und deutschen Synonyme und kennzeichnen den DORSTEN als gründlichen Kenner der Benennung der Pflanzen in diesen drei Sprachen. Die Beschreibung (descriptio) der Pflanzen auf Grund der Alten, die Stellung derselben in der Heilkunde (temperamentum), Verwertung nach der Heilkraft (vires ac juvamenta) sowie über Destillate aus den Pflanzen behandelt DORSTEN aufs eingehendste. Eine Kapitelzählung ist nicht vorhanden. Die verwendeten Holzschnitte sind größtenteils aus RÖSSLINS Kräuterbuch entnommen[4]) und finden sich mehrfach für ganz verschiedene Pflanzen verwendet, eine Unsitte, welche aus dem Mittelalter und dem Buche des HIERONYMUS BRUNSCHWYG entlehnt ist. Es kann das aber auch auf den Verlag zurückgehen. An manchen Plätzen fehlen die Holzschnitte und der freie Raum ist bemerkbar. Das kann durch Mangel an Kenntnis der betreffenden Pflanzen sowie deren Zeichnungen, aber auch durch Sparsamkeit und Nachlässigkeit des Verlags veranlaßt sein. Hier und da machte DORSTEN Anläufe einer selbstbewußten Kritik bei Feststellung der Pflanzen des Dioscorides. DORSTENS Buch ist trotz aller Bemühungen des Verfassers wie Verlags durch die Arbeiten des HIERONYMUS BOCK[5]) und LEONHARD FUCHS[6]) überholt, ward

---

issimo domino ac patrono suo perpetua fide colendo THEODORICUS DORSTENIUS s. d. Schließt: Bene vale. Apud Marpurgum Kalendis Martii (1. März) anno a Christo nato 1540.

1) BURCHARDUS MITHOBIUS baccalaureus Rostochiensis et magister Erffordensis, mathematicae disciplinae professor, civis Hamburgianus in Cymbria ward zu Marburg im Januar 1531 eingeschrieben. CAESAR, catal. I S. 6. Über dessen Schriften vgl. v. DOMMER, Marburger Drucke, S. 79 und 139.

2) Vgl. Bibliographie am Ende.

3) Über EURICIUS CORDUS vgl. dieses Archiv, B. I. S. 279 ff.

4) SPRENGEL, historia rei herbariae II, S. 296.

5) Über BOCK vgl. meine Aufsätze im Botan. Zentralblatt LXXIV (1898) und Mitteilungen d. histor. Vereins d. Pfalz. XXIII. S. 1—50.

6) Über FUCHS vgl. meinen Aufsatz im Botan. Zentralblatt VIII. Heft 3 (1898), S. 1—31.



damit entbehrlich, zudem es meistenteils Kompilation und Wesentliches als Erweiterung der Wissenschaft gerade nicht bot und zu einer Volkstümlichkeit bei Anwendung der lateinischen Sprache überhaupt nicht gelangen konnte, der Laie an demselben vorbei ging und der Gelehrte keinen Fortschritt darin erblickte. Es blieb bei der ersten Auflage und diese war bald vergessen; einen bleibenden Eindruck hinterließ das Buch nicht und ward von Späteren kaum zu Belegstellen herangezogen. Als Versuch des Verlags, Rösslins Kräuterbuch in lateinischem Gewand weiteren Gelehrtenkreisen zuzuführen und somit zu verbreiten, war Egenolf schwer getäuscht worden. Trotzdem gebührt dem Buch eine gewisse Stellung in der Literatur, wie dasselbe denn als Bearbeitung einen ganz würdigen Eindruck macht[1]).

Bibliographie.

BOTANICON, | CONTINENS HERBARUM, ALIORUMQE | Simplicium, quorum usus in Medicinis est, descriptiones, et Icones ad uiuum effigiatos: ex praecipuis tam Grecis quam Latinis | Authoribus iam recens concinnatum. Additis etiam, quae | Neotericorum obseruationes et experientiae uel comprobarunt | denuo, uel nuper inuenerunt. | AUT. THEODERICO DOR- | stenio Medico. | Holzschnitte: drei Pflanzen. | Cum| Gratia & Priuilegio Caesareo. | FRANCOFORTI, Christianus Egenolphus | excudebat. | Die Titelseite leer.

Blatt 2 mit Signatur *II Vorderseite: CLARISSIMO SIMUL AC DOCTIS-|SIMO VIROD. DOCTORI BURCHARDO | Mithobio[2]) Illustriss. Ducis Erici Brunsuicensis | Medico excellentissimo, Domino ac Pa-| trono suo, perpetua fide colendo | Theodericus Dorstenius | S. D. | Schließt Blatt 3, Rückseite: Apud Marpurgum, Kalendis Martij[3]). Anno a Christo nato 1540. |

Blatt 306, Vorderseite: FRANCOFORTI, Apud Christianum Egenolphum | Hadamarium, ANNO M. D. XL. | Mense Martio .| Die Rückseite dieses Blattes leer.

1) Über Dorsten vgl. Meyer, Geschichte der Botanik IV. S. 335—336. Pritzel, thes botan. n. 2696. Freter, theatrum virorum, Nürnberg 1688, S. 1233. Graesse, Handbuch II, S. 580.

2) Dorsten und Mithobius kannten sich von Erfurt her. Die Widmung des botanicon 1540 hat hierüber folgende Stelle: Es enim tu inter omnes bonos amicos mibi visus dignus, cui hoc opus tanquam deo tutelari dedicaretur, adque duabus de causis, principio ob summam et antiquissimam familiaritatem, quae multis abhinc annis non solum Erffordiae, verum etiam Marburgi inter nos intercessit, atque ob tua summa in me merita, quibus me totum tibi devinxisti. 3) 1. März.

Folio, 10 n. gez. Blätter, Titel, Vorwort und Inhaltsverzeichnisse mit den Signaturen *II, *III, *IIII, **, **II, **III. Auf der Rückseite von Blatt 10 Epigramme des REINHARD LORICH [1]) an den Leser — Blatt 1—306 mit den Signaturen A—ZIIII, Aa—EeIIII, mit 320 Holzschnitten, wovon manche keine Pflanzen darstellen, auch mehrfach erscheinen, während an vielen Stellen der Raum für Holzschnitte freigelassen. Im ganzen sind es 284 Pflanzenabbildungen, wovon manche mehrfach verwendet.

Berlin, Kön. Bibl. [2]), Leipzig, Univ.-Bibl.

PRITZEL, thes. n. 2696, MEYER, Gesch. d. Botanik IV, S. 335 [3]).

---

1) Über LORICH vgl. meinen Aufsatz im Zentralblatt für Bibl. ed. HARTWIG XI (1894), S. 525.

2) Ich benützte das Berliner Exemplar.

3) Ein Exemplar des botanicons DORSTENS kostet im Antiquariatshandel 30 M.

Johann Daniel Leers, ein deutscher Botaniker, 1727—1772.

Von Archivar a. D. F. W. E. Roth.

Johann Daniel Leers war zu Wunsiedel im Bayreuthischen den 23. Februar 1727 geboren. Sein Vater Johann Paul Benignus Leers stammte aus Sebasthausen und betrieb zu Wunsiedel eine Großhandlung. Leers sollte studieren, wandte sich aber der Pharmazie zu und kam etwa 13 Jahre alt nach Nürnberg in die Lehre, weilte als Apotheker längere Zeit zu Straßburg, wo er Vorlesungen über Anatomie und andere medizinische Fächer hörte.

1755 kam Leers nach Herborn, übernahm dort die akademische Apotheke, indem er die Witwe des Apothekers Magerstädt Tochter des Apothekers Friedrich zu Dillenburg heiratete und so in die Apothekerzunft gelangte. Diese Frau starb 1764. Leers heiratete in zweiter Ehe eine geborne Textor aus Gießen, kränkelte seitdem an hypochondrischen Seelenstörungen, offenbar einem schweren Nervenleiden, und starb am 7. Dezember 1772 nach langen wechselvollen Leiden.

Leers war großer Naturfreund und scharfer Beobachter. Von seinem Stand aus angeregt wandte er sich der Kräuterkunde zu und brachte seine Kenntnisse hierin auf die Höhe der Wissenschaft, so daß er mit den besten Kennern der Pflanzen konkurrieren konnte. Leers beabsichtigte, auch eine Fauna von Herborn herauszugeben und mag belangreiche Vorarbeiten hierfür hinterlassen haben. Druckfertig hinterließ der fleißige Mann eine Flora von Herborn in lateinischer Sprache. Sein Sohn Heinrich Paul Leers gab solche 1775 heraus [1]. Sie ist die erste wissenschaftliche Flora eines Teils von Nassau und war von Linnés Schule angeregt und in des großen Meisters Linné Geist geschrieben, ja Leers übertraf sein Vorbild in der Schärfe der Beschreibung der Merkmale mancher Arten noch bei weitem. Sprengel lobt die Zuverlässigkeit der Beschreibungen, das Getreue der Abbildung der 16 Tafeln Gräser und Cyperoiden, welche Leers selbst in Kupfer stach, er gibt an, mehrere Gräser, welche bisher nicht richtig unterschieden wie Panicum viride (Tafel 2

1) Vgl. Bibliographie am Ende dieser Mitteilung.



Figur 2), Poa serotina (Tafel 6 Fig. 4), Bromus tectorum (Tafel 10 Fig. 2), Juncus glaucus (Tafel 13 Fig. 3) sowie Carex ciliata (Tafel 16 Fig. 6) habe LEERS richtig unterschieden und abgebildet.[1] Das Buch ist dem Fürsten von Oranien und Nassau WILHELM I. gewidmet von JOHANN DANIEL LEERS ohne Zeitangabe, war also druckfertig, ehe der Verfasser die Augen schloß. Des Sohnes Vorwort als Herausgeber schließt ab: Herborn im November 1774. Dann folgt ein Lebensabriß des LEERS von dessen Sohn HEINRICH PAUL, der sehr weitschweifig gehalten doch über dessen Lebenschicksale wertvolle Aufschlüsse bietet. LEERS erwähnt in seinem Vorwort der Arbeit des Herborner Professors ROSENBACH als seines Vorgängers[2] und sagt, er habe dessen Werk in den bedeutendsten Bibliotheken Deutschlands vergeblich gesucht. Dasselbe sei offenbar verloren. CASPAR BAUHIN erwähne desselben in seinem Pinax.[3] ROSENBACHS Arbeit die quatuor indices[4] waren demnach in so kurzer Zeit dem Verborgensein anheimgefallen, wenn auch der Ort ihres Abdrucks ein ziemlich versteckter sein dürfte.

Der Flora des LEERS ist beigegeben eine Zusammenstellung obtanischer Kunstausdrücke. Das System, das den Beschreibungen zugrunde gelegt, ist das LINNÉS und atmet das ganze nach dem Geist LINNÉ scher Auffassung, Terminologie, Benennung und Anordnung. LEERR dürfte einer der begeistertsten Anhänger des LINNÉ schen Systems gewesen sein. Er gab, wie bereits bemerkt, 16 Tafeln schwer zu unterscheidender Gräser und Seggen, gestochen von ihm selbst mit Meisterhand aus Überzeugung bei, daß eine richtige Abbildung ein wesentliches Hilfsmittel in der Diagnose ein. Diese Tafeln welche WILBRAND in Gießen für sein botanisches Handbuch[5] nachstechen ließ, bewahrte die k. Landesbibliothek zu Wiesbaden, da die Herborner Hochschule jedenfalls die Platten erwarb und so an den Nassauischen Fiskus vererbte. Des LEERS Flora ward die Grundlage der Nassauischen Floristik. Kürze der Beschreibungen bei genauer Schärfe der Merkmale zeichnen das Buch, dem Literaturnachweise keineswegs fehlen, vorteilhaft aus, zudem LEERS überall Standorte angibt, die lange für zuverlässig galten und erst durch Kulturverschiebungen in der Natur teilweise hinfällig geworden.

1) SPRFNGEL, historia rei botanicae II, S. 471.

2) Über Z. ROSENBACH vgl. meine Arbeit im Archiv für Gesch. der Naturwissenschaften Bd. I, S. 282 ff.

3) Gemeint ist der Πιναξ theatri botanici CASPARI BAUHINI BASILIENSIS Basel.

4) Vgl. dieses Archiv Bd. I, S. 283.

5) Gießen 1819. Dort sind auch mehrere Fehler des LEERS verbessert.

Die Kosten für das Buch dürfte LEERS aus eigenen Mitteln aufgebracht haben, was von dessen Opfersinn spricht.

Bibliographie.

JOANNIS DANIELIS LEERS | flora | Herbornensis | exhibens | plantas | circa | Herbornam Nassoviorum | crescentes, | secundum | systema sexuale Linnaeanum | distributas, | cum descriptionibus rariorum in | primis graminum, | proprijsque observationibus | et nomenclatore. | Accesserunt graminum omnium indigenorum | eorumque adfinium Jcones CIV. | auctoris manu ad vivum delineatae | aerique incisae. | Ansicht von Herborn. | Herbornae Nassoviorum | sumptibus autoris MDCCLXXV. | Octavo, 16. Blätter + LIX Seiten + 288 Seiten + 16 Tafeln (LEERS delineavit et sculpsit) + 2 Blätter Register [1]).

Wiesbaden Landesbibl.

1) vgl. V. D. LINDE, die Nassauischen Drucke der k. Landesbibliothek in Wiesbaden. Wiesbaden 1882, I, S. 200 u. 989. Daselbst als Probe Tafel III abgedruckt. — Über LEERS handeln: SPRENGEL, historia rei botanicae II, S. 471. — C. D. VOGEL, Beschreibung des Herzogtums Nassau. Wiesbaden 1843, S. 82. — A. HENNINGER, Das malerische Nassau. S. 730. — W. JUNG, Flora des Herzogtums Nassau etc. Hadamar und Weilburg 1832. S. X. Jahrbücher des Vereins f. Naturkunde im Herzogtum Nassau. Wiesbaden 1851. Heft VII, erste Abteilung, S. III.

LEERS zu Ehren wurde die Oryza clandestina A. Br. Leersia oryzoides Swartz benannt

Kleine Mitteilungen.

Über den Sextant des al Chogendî.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Neben zahlreichen anderen astronomischen Instrumenten haben die Araber auch das Gnomon mit einem Loch verwendet, d. h. eine hochangebrachte Öffnung, durch welche die Strahlen der Sonne auf einen geteilten Meridiankreis fallen, in dessen Mittelpunkt sich das Loch befindet. Ein solches Instrument hat u. a. AL CHOGENDI, vgl. Suter no. 173 S. 74 (gest. ca. 1000 n. Chr.) konstruiert. Seine Beschreibung ist nach ABU'L HASAN AL MARRÂKUSCHÎ (aus Marokko) von SÉDILLOT [1]) mitgeteilt. Da es einen Kreis von 60° hat, heißt es Sextant (Suds d. h. ein Sechstel), ohne aber sonst unserem Sextanten zu entsprechen. Seine Abhandlung mit dem Titel „Über die Neigung und die Breite der Länder", hat der unermüdliche Prof. L. CHEIKHO in Beyrut (Maschriq Bd. 11 S. 60 u. flgde. 1908) arabisch mitgeteilt. Die Messungen sind, wie AL CHOGENDI selbst sagt, mit einem neu konstruierten Instrument angestellt, dem Bogen eines Kreises mit dem Durchmesser von 80 Ellen (ca. 40 m); er nannte ihn al Suds al Fachrî [2]), den Fachritischen Sextanten nach dem Bujdem FACHR AL DAULA ABU'L HASAN 'ALÎ (976—997), der über Raj, Hamadân und später über Ispahân herrschte. Er stellte sein Instrument in Raj auf, einer Stadt in der Nähe des heutigen Teheran, er gibt ihre Breite zu 35° 34′ 15″ an [3]). Dort führte er auch seine Beobachtungen (994/995 n. Chr.) aus. AL CHOGENDI gibt nur die Theorie des Instrumentes, nicht aber seine Beschreibung; diese findet sich in einem Zusatz in dem von CHEIKHO herausgegebenen Texte und rührt von AL BÊRÛNÎ [a]) her. Sie stimmt im wesentlichen mit der Mitteilung von AL MARRÂKUSCHÎ überein und hat die Quelle für letzteren gebildet.

Unser Sextant besteht aus zwei senkrechten Wänden, die längs des Meridians in einem Abstand von 7 Ellen (3,5 m) errichtet sind. An dem

1) Sédillot. Mém. de l'Acad. des Inscriptions 1 ser. S. 202 1844.

2) Sédillot hat irrtümlich al Suds al Faḥrî statt al Fachrî.

3) Nach der von POLAK (Teheran und seine Umgebung, Mitt. d. k. k. geogr. Gesellschaft zu Wien, 1877, S. 218—255) gegebenen Karte, die die Ruinen von „Rhages" nur andeutet, sind diese bei 35° 34′ gelegen sein.

a) AL BÊRÛNÎ hatte selbst einen Quadranten mit einem Radius von 15 Ellen construiert, s. bei Sédillot a. a. O.



obersten Teil und zwar 20 Ellen (10 m) über der Erde befindet sich eine Kuppel, in ihr ist ein Loch von 1/6 Elle[1]) (1/12 m) Durchmesser. Über das Loch wird ein Eisenstab befestigt, und an ihm ein viereckiger hoher Kasten aus Brettern mit zwei Ringen am einen Ende aufgehängt[2]). Er hat eine Länge von 20 m. Mit ihm als Radius wird ein Sechstel Kreis beschrieben, dieser beginnt senkrecht unter dem Loch in einer Tiefe von 10 m und reicht bis an die Oberfläche der Erde. Der Kreis wird sorgfältig geglättet und mit Brettern ausgelegt. Er ist in Grade und jeder Grad in 360 Teile, d. h. in Minuten und je in 10 Sekunden[3]) geteilt. Zum Auffangen des Sonnenbildes dient eine Kreisscheibe mit zwei sich senkrecht schneidenden Durchmessern, um die Lage des Bildes genau zu bestimmen, das bei dem großen Abstand des Loches von der Teilung beträchtliche Dimensionen hat.

Gegen Schluß der Abhandlung findet sich noch die folgende historisch sehr interessante Stelle.

Das ist wohin die glückverheißende Beobachtung mit dem al Suds al Fachrî genannten Instrument führt, sowie die sorgfältige Rechnung. Der Unterschied zwischen diesem Instrument und den anderen besteht darin, daß die Beobachter mit letzteren die Neigung in Graden, Minuten und Sekunden erhielten. Wir fanden bei den Indern für die größte Neigung 24°, Ptolemäus[4]) fand sie zu 23° 51′, die Genossen des Erprobten (mumtaḥan)[5]) 23° 35′ und wir fanden sie 23° 32′ 2″.

Der Unterschied zwischen den Endwerten der oben erwähnten Beobachtungen, d. h. der Beobachtung der Inderu nd von der uns ist etwa ein halber Grad. Es ist unmöglich, daß diese Verschiedenheit von den beiden Instrumenten herrührt. Es führt dies darauf, daß dieser Unterschied nicht von den Instrumenten herrührt, denn sonst müßte man bei den Instrumenten finden, daß diese Neigung zunimmt oder abnimmt[5]) und nicht in derselben

1) Ein anderer Text hat 1 Spanne = 1/2 Elle = 1/4 m, was unwahrscheinlich ist.

2) Durch die Kastenform hat das Ganze doch relativ große Leichtigkeit und eine geringe Durchbiegung, der gezogene Kreis weicht daher nur wenig von der theoretischen Form ab; bei der Messung wird der Kasten fortgenommen.

3) Nach al MARRÂKUSCHÎ ist der Kreis in 6 Sekunden geteilt.

4) Der Text hat irrig 23° 11′; die arabischen Schriftsteller, wie al BATTÂNÎ, al FAGRÂNÎ geben für den Wert von Ptolemäus an 23° 51. Bei demi m Text stehenden Werte wäre das folgende auch unverständlich. Nach LALANDE Astronomie Bd. 3 S. 57 1792 ist die Neigung des Ekliptik nach Ptolemäus 23° 50′ 22″, während HIPPARCH angab 23° 51, 20″.

5) Die Genossen des Erprobten (As ḥâ bal Mumtaḥan), von deren einem JAHJA IBN ABÎ MANSUR die erprobten Tafeln, al Zîĝ al mumtaḥan, herrühren, sind, wie u. a. aus den Ausführungen von IBN JÛNIS hervorgeht, die Astronomen des Chalifen AL MAMÛN (813—833), so der eben erwähnte JAḤJAN IBN ABI MAṢÛR, SANAD IBU ʿALÎ, ABBAS IBN Sa ʿÎD GAUHARÎ; sie bestimmten nach IBN JÛNIS und AL FARGÂNI die Neigung der Ekliptik zu 23° 35′ (vgl. die Anmerkungen von GOLIUS in seiner al



Weise abnimmt[1]). Und da sie die Abnahme fanden, so führt das darauf hin, daß die größte Neigung des Tierkreises gegen den Äquator nicht unveränderlich ist. Es meinen die Leute, daß die Neigung abnimmt.

Danach hat also AL CHOGENDI ein Instrument mit sehr weitgehender Teilung benützt und bereits die Änderung der Neigung der Ekliptik erkannt.

Aus diesen Angaben wie auch aus anderen Nachrichten[2]), ersehen wir, daß die Muslime durch Vergrößerung der Dimensionen ihrer Instrumente eine Steigerung der Genauigkeit der Messungen erstrebten. Indes ist zu beachten, daß dadurch auch die Bilder unschärfer werden. Ist, wie erwähnt der Durchmesser der Öffnung $^1/_{12}$ m = 0,083 m, der Abstand des Kreises von der Öffnung 20 cm und ist der scheinbare Sonnendurchmesser gleich 32′, so ist die Größe des Sonnenbildes 0,27 m. — Bei der relativ großen Öffnung können auch die Ränder des Sonnenbildes nicht mehr scharf gewesen sein.

Über Leuchtfeuer bei den Muslimen.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Zur Sicherung der Schiffahrt haben die Muslime wie wir Leuchtfeuer benutzt.

In den Mafâtîḥ al ʿUlûm findet sich folgende Definition. Die Chaschabât sind Säulen, die in dem Meere aufgerichtet sind; auf ihnen werden in der Nacht Lampen angesteckt, damit dadurch die Schiffe auf den richtigen Weg geleitet werden.

Von solchen Leuchtfeuern am Persischen Meerbusen in der Nähe der Mündung des vereinigten Euphrat und Tigris, des Schaṭṭ al ʿarab, zwischen ʿAbbâdân und Makrûbân, und zwar 6 Meilen = 12 Kilometer östlich von der ersteren Stadt, berichten uns mehrfach die Reisenden und Geographen.

Eine ausführliche Schilderung gibt NASSIRI CHOSRAU in seinem Werke „Sefer Nameh", der sie auf einer in den Jahren 1035—42 ausgeführten

Farġânîausgabe S. 66 u. folgende), wo sich eine ziemlich reichhaltige Literatur findet. — Tafeln mit dem obigen Titel hat übrigens auch AHMED IBN ʿABD ALLAH HABASCH verfaßt, (vgl. auch Suter S. 8 no 14), vgl. auch AL BATHÂNÎ ed. NALLINO Bd. 1 S. 157.

1) Dies ist nicht ganz klar, vielleicht der Text etwas verderbt, der folgende Schluß ist aber ganz bestimmt ausgesprochen.

2) Vgl. Sédillot a. a. O., ferner S. Asseman (Globus caelestis pg. XLV).

1) SEFER NAMEH. Relation du Voyage de NASSIRI CHOSRAU publié, traduit et annoté par CHARLES SCHEFER. Publication de l'Ecole des Langues orientales vivantes [2] Bd. 1. 1881.



Reise sah. Der wesentliche Inhalt seines Berichtes ist folgender: Nach der Abfahrt von ʿAbbâdân sah der Reisende oberhalb der Wasserfläche einen Gegenstand sich erheben, der wie ein Sperling aussah. Bei der Annäherung wurde er größer. Auf die Frage, was das sei, wurde geantwortet ein Chaschâb. Ein solcher Chaschâb ist aus vier Balken aus Teakholz (Sâg) hergestellt, die in einem Quadrat angeordnet sind und das Aussehen eines Katapulten (Manganîq) haben. An der Basis ist er breit, oben schmal; die Höhe über der Meeresoberfläche beträgt ca. 20 Meter (40 Gez = 40 Ḏirâʿ = 40 Ellen.). Auf dem oberen Ende sind Steine und Ziegel angebracht, die auf Holzbalken ruhen, so daß sie eine Plattform bilden; auf dieser errichtet man ein kleines Häuschen, in dem sich ein Wächter aufhält. Nach den einen ist der Chaschâb von einem reichen Kaufmann, nach anderen von einem König errichtet worden. Er hat einen doppelten Zweck. Einmal zündet man auf ihm in der Nacht Lampen an, die mit Glas umgeben sind, um sie gegen den Wind zu schützen. Diese Lampen sollen von weitem gesehen werden, um alle Vorsichtsmaßregeln ergreifen zu können, um den Gefahren dieser Gestade (s. w. u.) zu entrinnen. Ferner soll er den Schiffern die Stelle angeben, wo sie sich befinden, und die Gegenwart von Seeräubern signalisieren, falls solche vorhanden sind, damit sie in diesem Fall gewarnt werden, auf ihrer Hut sind und umkehren.

Ganz kurz ist noch ein zweiter unvollendeter Chaschâb erwähnt.

Edrisi nennt (Geogr. Bd. 1 S. 370) den Ort Chaschâbât und erwähnt noch, daß die Wächter Schiffe haben, auf denen sie zu ihren Wohnungen und zu dem Ufer gelangen.

Bei Al Iṣṭachri (S. 32 Z. 8) und bei Al Muqaddasi erfahren wir näheres über die Gegend, und zwar im Anschluß an die benachbarten Orte.

Ṣṭachri [1]) berichtet etwa. Dort befindet sich ein Ort Chaschâbât an dem Laufe der Tigrisfluten zu dem Meer. Das Wasser wird dort seicht, so daß man für die dort ankommenden Schiffe außer zur Zeit der Flut fürchtet, daß sie auf den Boden auflaufen. An diesem Ort befinden sich eingepflanzte Holzpfeiler; auf sie ist ein Wachturm gebaut, den ein Wächter bewohnt. In der Nacht zündet er Feuer an, um den richtigen Weg zu zeigen und die Eintrittsstelle in den Tigris anzugeben. Es ist ein gefährlicher Ort; kommt an ihm das Schiff vom rechten Weg ab, so ist zu befürchten, daß es wegen des Seichtheit des Wassers zugrunde geht.

Ibn Ḥauqal (S. 37 Z. 20 und S. 38), der sich aber vielfach an Al Istachri anschließt, erwähnt, daß es vier solche Chaschabât gegeben hätte.

1) Zu Istachri und Ibn Ḥauqal vgl. Brockelmann Bd. 1 S. 229.



In dem Abschnitte über die Meere und Flüsse berichtet uns AL MUQADDASI (S. 12), die Chaschabât bilden das große Unheil, eine enge Stelle (schmales Fahrwasser), und ein seichtes Meer. Man hat in dem Meer Pfähle (Giḏʿ) aufgerichtet, auf denen sich Häuser befinden; in ihnen wohnen Leute, die in der Nacht Feuer anzünden, um die Schiffe von den dort befindlichen seichten Stellen fernzuhalten [1]).

Auch MASʿUDI berichtet in seinen Goldwäschereien (Bd. 1 S. 230) von diesen Leuchtfeuern, er nennt den Ort Garrâra [2]) und sagt etwa, für diesen Ort Garrâra an dem Eintritt in das Meer hat man in der Gegend von Obolla und ʿAbbâdân die Chaschabât errichtet. Auf diesen Chaschabât, die Sesseln in der Mitte des Meeres gleichen, befinden sich Leute, die in der Nacht Feuer anzünden aus Sorge für die Schiffe, die von ʿOmân, Sîrâf usw. kommen, damit sie nicht auf diese Garrâra und die benachbarten Stellen gelangen und elend zugrunde gehen

Auch ABU'L FIDÂ gibt in seiner Biographie (arab. Text S. 309) eine Notiz: im Süden und im Osten von ʿAbbâdân befanden sich die Chaschabât; es sind Zeichen (ʿAlâma) im Meere für die Schiffe, die bis zu ihnen kommen, aber nicht über sie hinausgehen, aus Furcht vor der Ebbe, damit sie nicht auf das Land auflaufen.

Von den Herausgebern des Werkes von ABU'L FIDÂ ist noch aus der Pariser Handschrift des IBN SAʿÎD [3]) eine Stelle beigefügt. Die Chaschabât sind Zeichen in dem Meer für die Schiffe, die zu ihnen gelangen und sich vor den Untiefen in Acht nehmen, die an der Mündung des Tigris entstehen, wie das gewöhnlich bei den Flüssen geschieht. Auf diese Zeichen wird in der Nacht Feuer in die Höhe gezogen, als ein Signal für die Schiffe.

Herr Professor DR. JACOB hat mir freundlichst noch die folgende interessante Ergänzung zu dem obigen mitgeteilt:

In der altarabischen Poesie wird die Lampe des christlichen Einsiedlers mehrfach als eine Art Landmarke für den nächtigen Wüstendurchquerer erwähnt. Für dessen Zelle findet sich neben Ṣaumaʿa auch das Wort Menâre (Leuchtort). Daß beide Benennungen für den Moscheenturm vorkommen, widerlegt die Behauptung, es habe sich in dem Namen Minaret (Leuchtort) eine Erinnerung an den Pharos erhalten.

NASSIRI CHOSRAU berichtet noch (S. 241) über die Ebbe und Flut im Meer von ʿOmân. Dabei bemerkt er, daß man in Basra den Wasserstand

1) Im Katalog von SLANE, S. 392 No. 2234 ist angeführt Traité de géographie générale par ʿALI IBN SAʿÎD AL MAGRIBI, (geschrieben 1314/15).

2) Unmittelbar vorher ist die Rede davon, daß sich auf gewissen Schiffen Soldaten und Naphthaschützen (Naffaṭ) befinden müssen (vgl. E. W. Beiträge VI S. 38)

3) Garrâra sind wohl die dort befindlichen Untiefen.



an einer dazu besonders errichteten Säule, oder auch an einer Mauer beobachtet. Er schildert dann, wie der Tigris und Euphrat so langsam fließen, daß man an einzelnen Orten nicht unterscheiden kann, in welcher Richtung dies geschieht. Tritt Flut ein, so drängt sie das Flußwasser bis auf einen Abstand von 40 Parasangen (ca. 240 Kilometer) zurück und man könnte glauben, daß die Gewässer ihre Richtung umkehren und zu der Quelle hinaufsteigen.

Über eine optische Vorrichtung.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Herr Professor DR. JACOB teilt mir die folgende von Professor GOLDZIHER aufgefundene Stelle über die Hervorrufung von Bildern mit, die für die Geschichte der Optik nicht ohne Interesse ist.

IBN ḤAZM (+ 456 h = 1063 bei Niebla) sagt in seinem Kairo o. J. (wahrscheinlich 1908) gedruckten Kitâb al-aḫlâq was-sijar Werk der guten Sitten und des Lebenswandels) S 28 Z. 3:

Von dem, was ich gesehen habe, gleicht der irdischen Welt am meisten das Schattenspiel (ḪAJAL AL ẒILL) und das sind Bilder auf einer hölzernen Mühle angeordnet, die schnell gedreht wird, so daß eine Gruppe verschwindet und eine andere sichtbar wird.

ḪAJAL AL-ẒILL ist sonst die gewöhnliche arabische Benennung für das bekannte orientalische Schattentheater, s. JACOB, Geschichte des Schattentheaters, Berlin 1907 S. 31 ff. Zu dem Wort vgl. übrigens auch a. a. O. S. 24.

In der Optik des IBN AL HAITAM (Codex Leidensis 1011) heißen die Bilder in Spiegel (Ḫajâlât, Singularis Ḫajâl).

Kniphofs Herbarium vivum.

Ein kurzer Nachtrag zu HFRMANN SCHELENZ' „Geschichte des Naturselbstdrucks.“

Von DR. AUGUST THIENEMANN, Münster i. W.

Von Kniphofs Herbarium vivum scheinen doch noch mehr Exemplare vorhanden zu sein, als SCHELENZ in seiner „Geschichte des Naturselbstdrucks, der Physiotypie“ (dieses Archiv Band 1 p. 176—178) anführt.

So besitzt, wie ich durch das Auskunftsbureau der deutschen Bibliotheken erfuhr, die Universitätsbibliothek Breslau ein Exemplar mit dem Titel:

KNIPHOF, JOH. HIERON.: Botanica in originali pharmaceutica (2. Hundert durch CHRISTIAN REICHART beschrieben). Erfurt, FUNCKE 1735.

Einige Notizen sowohl über die Ausgabe von 1733 wie über die von 1734 finden wir übrigens in CHRISTIANS REICHARTS Land- und Garten-Schatzes erstem Teil „Von allerhand Samenwerk." Erfurt. JOH. HEINR. NONNE. 1753, p. 3—4.

Aus der Erbschaft eines G. DOEBLING, eines Lehrers und eifrigen Botanikers, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Arnstadt lebte, ist ein Exemplar von KNIPHOFS Abdrücken in meinen Besitz gekommen. Es trägt den Titel:

JOH. HIERON. KNIPHOFII. Anatom. Chir. et Botan. P. P. O. Fac. Medic. Ass. Caes. Nat. cur. Coll.

Botanica in Originali seu Herbarium vivum in quo tam indigenae quam exoticae Plantae Tournefortii, Rivini et Ruppii methodo peculiari, nova operosaque enchiresi atramento impressorio obductae ectypum eleganter suppeditant Centuria I. II. III. IV. V. VI.

Studio et opera JOH. MICH. FUNCKII

Erfurthii MDCCXLVIII.

Auf dem Titel ist von einer anderen Handschrift ausgestrichen das „Coll." und an dessen Stelle gesetzt „Adj. et Bibliothec"; ferner sind ausgestrichen die Vornamen „JOH. MICH." und dafür eingesetzt „JOACHIM"; schließlich ist die Jahreszahl MDCCXLVIII in MDCCLI umgeändert.

Der Band enthält 590 Abdrücke von Phanerogamen und Cryptogamen, die zum großen Teil ganz vorzüglich ausgefallen sind. Das Titelblatt mit seiner Pfanzen-Umrahmung ist geradezu ein kleines Kunstwerk. Die Anordnung der Pflanzen schließt sich streng an Ruppii Flora Jenensis an.

In der Sitzung der zoolog.-botan. Sektion des Westf. Provinzialvereins für Wissenschaft und Kunst vom 29. März 1908 habe ich über mein Exemplar ausführlich berichtet.



Jakob Degen's Flugmaschine im Jahre 1808.

Von Hofrat Professor BAUER (Wien).

Mitte November 1908 jährte sich zum hundertsten Male der Tag, an welchem die Flugversuche des Wiener Uhrmachers JAKOB DEGEN zu einem vorläufigen Abschlusse gelangten, Versuche, die damals das größte Aufsehen gemacht hatten. Die wenigen Tagesblätter, die zu jener Zeit in Wien erschienen, berichteten ausführlich über seine Bestrebungen und in GILBERT's Annalen der Physik[1]) fanden dieselben vom rein wissenschaftlichem Standpunkte eingehende Berücksichtigung und Besprechung. Ein Pariser Uhrmacher aber schrieb an seinen Wiener Fachgenossen einen Brief, den er als „horlogier de sa Majesté l'empereur" unterzeichnete und in welchem er seiner Freude Ausdruck gab, „endlich einen Genossen seiner Kunst gefunden zu haben, der sich durch die merkwürdigste Erfindung auf dem Erdboden einen unsterblichen Namen bereitet hat, weshalb er es nicht unterlassen kann, ihn seiner Wohlgeneigtheit zu versichern". DEGEN aber schilderte seine Versuche und beschrieb seinen Apparat in einer selbständigen Broschüre[2]), in welcher er berichtete, daß die Betrachtung des Aufstieges eines Ballons auf der Feuerwehrwiese im Wiener Prater sowie lange fortgesetzte und sorgfältige Beobachtung des Fluges der Vögel ihn zur Konstruktion eines Apparates veranlaßten, der „geeignet sein sollte, den Menschen zu befähigen, sich selbständig in die Lüfte zu erheben", wobei er von dem Gedanken geleitet wurde, bei Herstellung seiner Maschine das Gewicht des dieselbe benützenden Menschen durch Kombination mit einem mäßig großen Luftballon zu eliminieren, um dadurch an Kraft zur Bekämpfung der Luftströmung zn gewinnen.

Zunächst legte er, drei Jahre bevor er mit seiner Erfindung vor die Öffentlichkeit trat, eine Skizze seiner Vorrichtung dem damaligen Direktor des k. k. physikalischen Kabinetts in der Hofburg JOH. CHRISTIAN STELZHAMMER vor und schritt mit unermüdlicher Geduld an die eigenhändige Verfertigung seiner Maschine, mit der er im Jahre 1808 mehrere gelungene Flugversuche ausführte und zwar zunächst in der Aula des Universitätsgebäudes (dem jetzigen Palast der kais. Akademie der Wissenschaften), dann in der k. k. Hofwinterreitschule und endlich am Stuwer'schen Feuerwehrplatz im Prater. Bambus und Schilfrohr waren für DEGEN, was dem heutigen Luftschiffer das Aluminium ist und Taffet nebst Papier, nach Bedarf mit Firnis gedichtet, ersetzte andere Materialien der Neuzeit, doch konnte er auch des Messings und Stahls nicht entraten.

Seine Vorrichtung bestand der Hauptsache nach aus einem Gestänge, welches den „Künstler", der seine Füße auf die unterste Stange stellte und mit seinen Händen eine zweite horizontale Stange ergriff sowie eine dritte vermittelst eines Messingringes um den Hals befestigt hatte, befähigte, zwei Flügel in Bewegung zu setzen, die an die Flügel eines Vogels erinnern sollten, mehr aber den Deckenflügeln

1) GILBERT's Annalen der Physik Bd. 30, p. 1—9, ferner p. 320—326 und Bd. 31, p. 192.

2) Beschreibung einer neuen Flugmaschine von JAKOB DEGEN, bürgerl. Uhrmacher. Mit 2 Kupfertafeln. Wien 1808.



gewisser Käfer ähnelten und durch eine dem Schwanz der Vögel nachgebildete Zwischenfläche verbunden waren. Diese hatte 8 Fuß[1]), jeder Flügel 10 Fuß, 3 Zoll Länge und 9 Fuß Breite, so, daß die Oberfläche beider Flügel 108 Quadratfuß betrug. Die Flügel aber waren mit je 3500 verschieden gefärbten Papierklappen versehen, die mit Seidenschnüren so ausgestattet waren, daß sie durch eine entsprechende Luftbewegung sich wechselseitig schließen und entfalten, somit nach Willkür in Bewegung gesetzt werden konnten. Wollte der „Künstler" sich der Vorrichtung bedienen, so nahm er, wie oben gesagt, seinen Platz auf der unteren Stange ein und steckte den Kopf durch den Messingring der obersten Stange, worauf er sich zunächst in eine hockende Stellung brachte, und sodann, wie beim Springen, schnell Arme und Füße ausstreckend, sich hinaufschnellte, nach vollbrachtem Sprunge aber sogleich die Extremitäten wieder nach abwärts zu bewegen hatte usw.

Mit einigen dreißig solcher Sprünge (oder Schläge) hatte er am 18. April 1808 sich bis zur Decke der Winterreitschule erhoben und war, indem er seine Füße wieder in gekrümmte Stellung brachte und die Flügel scharf ausgespannt hielt, heil wieder herabgelangt. Allerdings war seine Vorrichtung, die im bemannten Zustand zirka 150 Pfund[2]) wog, bei diesem Experiment durch ein Gegengewicht von etwa 50 Pfund, welches am Ende eines über zwei an der Decke angebrachten Rollen laufenden und weiter vertikal herabhängenden Seiles befestigt war, teilweise äquilibriert, wobei sofort zu erkennen ist, daß durch diese Anordnung die Richtung des Aufstieges in ausschlaggebender Weise beeinflußt wurde.

Nachdem man diese Versuche als gelungen angesehen hatte, entschloß sich DEGEN, dieselben auf der Feuerwehrwiese im Prater fortzusetzen, wobei er seinen Apparat an Stelle des Gegengewichtes mit einem kleinen mit Wasserstoff gefüllten kugelförmigen Luftballon von 19½ Fuß Durchmesser versah, mit welcher Vorrichtung er am 13. und am 15. November 1808 seine „Luftreisen" unternahm, bei denen er sich bald auf etwa 100 Klafter, also zirka 200 Meter erhob, sich jedoch über behördlichen Auftrag stets vermittelst einer Schnur mit dem untenstehenden Hilfspersonal in Verbindung erhalten mußte, ein Umstand, der auf das Gelingen seiner Versuche entscheidenden Einfluß nahm. Übrigens beabsichtigte er diese Vorstellungen fortzusetzen und wartete nur die Rückkehr Seiner Majestät des Kaisers FRANZ ab, der sich in Olmütz befand, um vor ihm sich neuerdings mit seiner Flugmaschine zu produzieren. Allein durch ein Unwohlsein Ihrer Majestät der Kaiserin wurde die Rückkehr der Majestäten verzögert und als Höchstdieselben am 1. Dezember nach Wien heimkehrten, fiel am Tag vor der Ankunft Schnee und vereitelte die Absicht des Erfinders.

Immerhin hatten DEGEN's Veranstaltungen im Prater in weiten Kreisen Aufmerksamkeit erregt und vielfach auch Anerkennung gefunden. Allein es meldeten sich auch alsbald Gegner und insbesondere übte der spätere Direktor des Wiener Polytechnikums J. J. PRECHTL, der damals noch in Brünn lebte und sehr interes-

1) 1 Fuß = 0,316031 Meter und 1 Quadratfuß = 0,099907 qm.
2) 1 Wiener Pfund = 0,56 kg.



sante Studien über den Flug der Vögel (vom Falken bis zur Fledermaus!), gemacht hatte, scharfe Kritik an DEGEN's Erfindung.

Zunächst hob er mit Recht hervor, daß die Flügel der Maschine DEGEN's eher den Käfern als den Vögeln nachgebildet seien und zwar jenen Deckenflügeln, wie sie z. B. die Maikäfer besitzen, aber nur zum Schutz der eigentlichen zum Fliegen bestimmten zarten Gebilde, die sie während der Ruhe wie mit Kappen bedecken, sodaß eigentlich nicht die mindeste Ähnlichkeit zwischen seiner Flugmaschine und den Flugwerkzeugen der Vögel besteht. Überdies machte PRECHTL auf die Gefahren aufmerksam, die DEGEN begegnen würde, sobald seine Vorrichtung aus der richtigen Lage gebracht und er von einer gewissen Höhe fallschirmartig herabgleiten wollte, „da für letzteren Zweck unbedingt die kreisrunde Form des Schirmes notwendig ist". Allerdings hat die Benützung des Strickes seinen Apparat bei den bisherigen Versuchen glücklicherweise in den notwendigen senkrechten Linien erhalten. PRECHTL[1]) sagt weiter wörtlich: „Herr DEGEN scheint keinen Begriff davon zu haben, welche mannigfaltigen entgegenstrebenden Kräfte bei einer solchen Operation da oben ins Spiel kommen würden. Die horizontale Bewegung des Ballons durch den Wind würde ihn außer der senkrechten Linien halten und die Wirkung seiner Flügel unnütz machen, da seiner Maschine alle jene Hilfsmittel fehlen, durch welche der Vogel sich in der Horizontalebene erhält. Selbst ein Vogel, mit einer Last versehen, welche durch die Steigkraft eines über ihn befestigten Ballons aufgehoben würde, wäre nicht imstande, sich auch nur einige Augenblicke in der Luft zu erhalten."

Übrigens leugnet PRECHTL nicht, daß es den Menschen dereinst möglich sein wird, „gleich den Vögeln sich durch die Lüfte zu schwingen."

DEGEN hatte sich, da er in Wien keine nachhaltigen Erfolge zu erzielen vermochte, nach Paris begeben, wo ihm aber das Glück noch weniger hold war. Er kehrte daher in seine Heimat zurück und, nachdem es ihm gelungen war, durch Erfindung einer Methode des Doppeldrucks auf Wertpapieren sich auf einem ganz anderen Gebiete hervorzutun, erhielt er im Jahre 1822 eine Stellung bei der Nationalbank, in deren Dienst er bis 1842 blieb, in welchem Jahre er als 86jähriger Greis, in Pension ging und am 28. August 1848 im Alter von 92 Jahren starb. Ein Anrecht, in der Geschichte der Entwicklung der Luftschiffahrt als einer der ersten Pioniere genannt zu werden, hat er sich zweifellos erworben.

---

1) GILBERT, Annalen der Physik, Bd. 30, p. 325.

Schelling und die biologischen Grundprobleme.

Von Dr. WILHELM METZGER (Freiburg i. B.).

Unter den nachgelassenen „Maximen und Reflexionen" GOETHES findet man das Aperçu: „Es ist die Frage: ob man eine gewisse Einheit, an der die Mannigfaltigkeit sichtbar ist, aus schon vorhandenem Mannigfaltigen, Zusammengesetzten erklären oder aus einer produktiven Einheit entwickelt ansehen und annehmen wolle. Beides mag zulässig sein, wenn wir die verschiedenen in den Menschen hervortretenden Vorstellungsarten wollen und müssen gelten lassen, die atomistische nämlich und dynamische, welche sich nur darin unterscheiden, daß jene in ihrer Erklärung das geheimnisvolle Band nachbringt, und daß diese es voraussetzt." (Goethes Werke, Jubil.-Ausg. 39, S. 104). Aller Wahrscheinlichkeit nach hat GOETHE diesen Gebrauch der Worte „atomistisch" und „dynamisch" von seinem Freunde SCHELLING übernommen, dem einst viel gefeierten „deutschen Plato", von dem man heute nur noch weiß, daß er in abstruser Spekulation Unglaubliches geleistet hat.

Wer einmal einen Blick auf die neuesten Erscheinungen der biologischen Literatur geworfen hat, der weiß, daß der alte Kampf zwischen „Mechanismus" und „Vitalismus" — dies die heutigen Bezeichnungen — aufs neue auszubrechen droht. Gar nicht verwunderlich; denn solange nicht unsere geistige Organisation eine grundstürzende Wandlung erfährt, werden wir auf keine dieser beiden gegensätzlichen Denkgewohnheiten völlig verzichten können. Zwar der Physiker und Astronom fühlt sich kaum veranlaßt, von einer „produktiven Einheit" zu reden, aus der das „Mannigfaltige" der Bewegungen und Veränderungen spontan entspränge; umgekehrt wird der Vertreter der Geisteswissenschaften diese „produktive Einheit", d. h. das Bedürfnis, den Willen, den Zweckgedanken, zur Erklärung menschlicher Handlungen ohne weiteres voraussetzen, ohne an etwaige Schwingungen von Gehirnmolekülen zu denken. Auf dem Gebiete der Biologie aber — der Mittlerin zwischen Natur- und Geisteswissenschaften — stoßen diese beiden Auf-



fassungsweisen des Wirklichen notwendigerweise zusammen; und heute wie ehedem ist das Problem ungelöst, ob die Bildung des Organismus „atomistisch" oder „dynamisch" zu erklären sei. Kann man es wagen, die unleugbare Zweckmäßigkeit seiner Struktur und seiner Funktionen durch eine blinde und zufällige Anhäufung von Massenteilchen verursacht zu denken; doch anderseits — wie will man die vielfachen ebenso unleugbaren Mißbildungen und Dysteleologien mit einer etwaigen formativen „Lebenskraft' vereinbaren?

Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts war die Blütezeit dieser geheimnisvollen, unbewußten und doch hellseherischen „Lebenskraft", welche den sichtbaren organischen Leib von innen heraus gestaltet und gegen störende Einflüsse behauptet, welche aber ebenso die Evolution der Gattungen, vom „Moosgeflechte" bis herauf zum Menschen, zielstrebig dirigiert. Man kann bei DRIESCH [1]) die erstaunliche Verbreitung dieses „Lehrbuchvitalismus" in wissenschaftlich-biologischen Kreisen nachlesen; ergänzend behandelt neuerdings eine Arbeit von WERNER [2]) die Stellung SCHELLINGS zur Biologie, des Mannes, welcher der Richtung die philosophischen Formeln geprägt hat. Zu seiner Philosophie verhält sich die Biologie jener Tage — mochte auch der einzelne nicht direkt an ihn anknüpfen — ähnlich wie die Historie z. B. RANKES zu dem parallel gehenden HEGEL'schen System. Namen, wie LORENZ OKEN, JOHANNES MÜLLER, KARL ERNST von BAER findet man unter den Vitalisten und Anhängern der „Naturphilosophie"; durch SCHOPENHAUER und ED. v. HARTMANN sind den Gebildeten ihre fundamentalen Gedankengänge bis zum heutigen Tage vertraut geblieben. So vollkommen gerechtfertigt im Interesse fruchtbarer wissenschaftlicher Arbeit der Fall dieser Schule um die Mitte des Jahrhunderts gewesen ist, so entbindet dies den Historiker nicht von der Pflicht, auch diesen Wegen des menschlichen Geistes nachzuspüren.

Der Zweck dieses Aufsatzes ist nicht, SCHELLINGS Biologie mit ihren zahllosen falschen und längst überholten Einzelheiten in extenso zu rekapitulieren; es sollen vielmehr nur zwei Fragen aufgeworfen werden:

1. Wie stellt sich SCHELLING zum Lebensproblem überhaupt?
2. Wie stellt er sich zum Problem der Entwicklung?

---

1) HANS DRIESCH, Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre, Leipzig 1905. Vernachlässigt gerade Schelling fast ganz.

2) Dr. med WERNER, Schellings Verhältnis zur Medizin und Biologie, Paderborn 1909. Teilt über die Schellingianer manches Wissenswerte mit; Schelling selbst ist nicht ausreichend gewürdigt.



SCHELLING, geb. 1775, hatte zuerst Theologie studiert, dann sich aber (1796—1798) zu Leipzig eifrig mit Naturwissenschaften (Mathematik, Physik, ganz besonders aber Medizin) abgegeben. Gewohnt, das Gelernte sofort geistig zu verarbeiten, veröffentlichte er schon in diesen jungen Jahren einige naturphilosophische Schriften [1]) welche — bei allem Wirrwarr der Darstellung und raschem Wechsel der Anschauungen — viel mehr Interesse zu erregen vermögen als seine spätere starre und einförmige Schematisierung des Naturprozesses. Durch seine Vorlesungen in Jena gewann SCHELLING rasch Anhänger unter den Medizinern, besonders innerhalb der Bamberger Schule (MARCUS, RÖSCHLAUB), welche von der Krankheitstheorie des Schotten BROWN ausgegangen war. Die Universität Landshut verlieh SCHELLING den medizinischen Doktorhut. — Ich werde mich fast ausschließlich auf diese Jugendschriften beschränken, welche — im Zusammenhalt mit GOETHES naturwissenschaftlichen Studien — den lebendigsten Eindruck von der Gärung erwecken, welche die großen Entdeckungen der Zeit in den Gemütern hervorbrachten. Ist es doch eine Epoche, wo das feste Wissen nicht über die mechanischen Grundtatsachen hinausreichte (welche SCHELLING allerdings auch bestritt oder wenigstens umdeutete), wo die fundamentalen Entdeckungen PRIESTLEYS [2]), LAVOISIERS [3]), GALVANIS [4]) eine Physik und Chemie überhaupt erst möglich machten. Kein Wunder, wenn ein poetisierender Kopf — alle Deutschen poetisierten damals — bereits an das „Zentralphänomen" zu reichen glaubte, aus dem die Gesamtheit der Naturgesetze als dem letzten Urquell ableitbar wäre.

Das philosophische Grundbuch des Lebensproblems ist bekanntlich KANTS „Kritik der Urteilskraft"; von dieser ist auch SCHELLING ausgegangen. Aber der Naturforscher kann mit ihr nicht viel anfangen; wenn KANT sagt, man müsse die Organismen betrachten, als ob sie zweckmäßig gebildet seien, ohne doch diesen Zweck als die eigentliche Ursache ihrer Bildung anzunehmen: so hat er

---

1) 1. Ideen zu einer Philosophie der Natur, 1797.
2. Von der Weltseele, 1798.
3. Erster Entwurf eines Systems der Naturphilosophie, 1799.
4. (Hierzu gehörig:) Einleitung zu dem Entwurf etc., 1799 (sämtlich in den „Werken", Stuttg. u. Augsb. 1856 ff., Bd. 2. 3.)

2) Entdeckung des Sauerstoffs 1774.

3) Zusammensetzung der atmosphärischen Luft 1775; Neue „antiphlogistische" Verbrennungstheorie 1783; Zusammensetzung des Wassers 1783.

4) Galvanismus 1791; von Schelling als das „Zentralphänomen der physischen Welt" begrüßt.

das Problem nicht eindeutig gelöst. Für ihn steht im Hintergrunde immer der transmundane Schöpfer als Urheber dieser organischen Welt. SCHELLING — Pantheist, nicht Theist — ist im Gegensatz zu KANT darauf bedacht, das Leben als etwas „Natürliches", der Natur als solcher Inwohnendes darzutun. „Es ist ein alter Wahn, daß Organisation und Leben aus Naturprinzipien unerklärbar seien". (II 348[1]) Er strebt allerdings nicht nur nach einer heuristischen Maxime der Beurteilung, sondern nach philosophischer Erkenntnis der wahren Agentien des Lebens. Seine Meinung ist, daß diese „organischen Kräfte wohl durchaus nur die höhere Potenz gemeiner Naturkräfte seien" (III 165); einmal versteigt er sich sogar zu der Behauptung, daß selbst „das was wir Vernunft nennen, ein bloßes Spiel höherer uns notwendig unbekannter Naturkräfte" sei. (III 274). Allein SCHELLINGS „Natur" ist eben nicht die mechanische Gesetzlichkeit NEWTONS, sondern selbst ein Organismus; was sich im belebten Körper als Leben kundtut, ist ihm die Grundkraft des Wirklichen überhaupt. Er hätte MACH zugestimmt: „Solange man glaubt, die ganze Physik durch Mechanik erschöpfen zu können, und solange man die Mechanik selbst durch die bisher bekannten einfachen Lehren für erschöpft hält, muß das Leben wirklich als etwas Hyperphysikalisches erscheinen. Beiden Auffassungen kann ich mich aber nicht anschließen"[2]. „Sobald nur unsere Betrachtung", so lesen wir bei SCHELLING, „zur Idee der Natur als eines Ganzen sich emporhebt, verschwindet der Gegensatz zwischen Mechanismus und Organismus". (II 348).

Welche Merkmale aber bestimmen nach SCHELLING den Begriff des Lebens, so wie es sich in eigentlichen Organismen manifestiert? Denn es handelt sich damals nicht nur für die Philosophen, sondern auch für die Physiologen im wesentlichen darum, die einschlägigen Begriffe von Kräften usw. logisch zu bestimmen und gegeneinander abzugrenzen. Zwei Richtungen standen sich gegenüber, welche SCHELLING selbst als physiologischen Materialismus und Immaterialismus bezeichnete. Einerseits nämlich wurde das Leben als ein bloß chemischer Prozeß genommen, mochte man es mit dem (phlogistisch oder antiphlogistisch gefaßten) Verbrennungsprozeß, mochte man es (wie REIL) mit dem Kristallisationsprozeß zusammenstellen. Auf der anderen Seite wurde behauptet, daß vermöge einer spezifischen „Lebenskraft" alles was in die Sphäre des

1) Ich zitiere stets nach den Seitenzahlen der ersten Abteilung der sämtlichen Werke. Stuttg. u. Augsb. 1856 ff.

2) Erkenntnis und Irrtum S. 238.



Organismus tritt, in ganz übernatürlicher Weise umgewandelt werde. SCHELLING verwirft beide Auffassungen. Mit bemerkenswerter Schärfe wendet er sich gegen die Aufstellung einer völlig autonomen Lebenskraft. Diese ist „ein völlig widersprechender Begriff" (II 49); in ihrer Annahme „liegt das Geständnis 1. daß sie einzig und allein als Notbehelf der Unwissenheit ersonnen und ein wahres Produkt der faulen Vernunft ist; 2. daß wir durch diese Lebenskraft um keinen Schritt weder in der Theorie noch in praxi weiter kommen". (III 80). Man dürfe sich zur Rechtfertigung eines solchen Begriffes nicht auf die Schwerkraft berufen, deren inneres Wesen wir ja auch nicht kennen; denn diese ist eine allgemeine Kraft der Materie, während doch die spezifische „Lebenskraft" nur in den organischen Gebilden wirksam sein soll. Man muß also zum mindesten angeben, unter welchen „empirischen Bedingungen" sie in Funktion tritt. „Wir wollen an die Lebenskraft glauben, sobald uns jene einfachen Gesetze (derselben) aufgestellt und das Bestehen und alle Erscheinungen der organischen Natur daraus ebenso erklärt sind, wie aus dem Gesetz der Schwere das Bestehen und die Erscheinungen des Universums". (III 81.)

Zu Beginn seiner naturphilosophischen Studien zeigt SCHELLING eher „materialistische" Anwandlungen. „Die Vegetation der Pflanzen ist weiter nichts als ein komplizierter chemischer Prozeß — wenn man will, ein chemischer Prozeß höherer Art". (II 93) Sehr bald aber beginnt er auf diesen Zusatz „höherer Art" besonderes Gewicht zu legen. Es muß doch etwas sein, was bewirkt, daß die Reihe der Prozesse im lebenden Körper — gesetzt auch, sie seien ihrer Natur nach insgesamt chemisch — gerade in dieser spezifischen Abfolge, in diesem stetigen „Kreislauf" sich erhält. Die Struktur, die organische Form ist doch erwas prinzipiell Neues gegenüber der Summe elementarer Aktionen, aus denen sie sich zusammensetzt; hätte auch jeder einzelne Vorgang im lebenden Körper sein Analogon in der „anorgischen" Natur, so bliebe doch immer noch die Komplikation dieser Elemente zum Ganzen, zur lebenden Gestalt zu erklären. „Die Natur kann . . . kein allgemeines Gesetz aufheben, und wenn in einer Organisation chemische Prozesse geschehen, so müssen sie nach denselben Gesetzen, wie in der toten Natur, erfolgen. (Aber) wie kommt es, daß diese chemischen Prozesse immer dieselbe . . . Form reproduzieren, oder durch welche Mittel erhält die Natur die Trennung der Elemente, deren Konflikt das Leben, und deren Vereinigung der Tod ist?" (II 501.)

Hat man nun hierfür keine — nach DRIESCHS Ausdruck —



„statische" Zweckmäßigkeit, keine Maschinerie zur Hand, welche vor aller Zeit von Gott geschaffen wurde, so ist notwendig eine eigene Naturkraft zu postulieren, welche diese „Trennung" immer aufs neue vollzieht. Auf diese Weise veranschaulicht sich SCHELLING das Phänomen des Lebens: es existiere da eine Dynamis, welche den mechanischen und chemischen Bewegungen der Atome und Moleküle entgegenwirke; in diesem „Konflikt" der Kräfte bilde und erhalte sich das komplizierte System des organischen Körpers. Das ist natürlich Vitalismus und von dem bekämpften „Immaterialismus" nur dadurch unterschieden, daß die Lebenskraft die übrigen Naturkräfte nicht aufhebt, sondern nur benützt. Das Leben ist wohl „Produkt einer höheren als der bloß chemischen Potenz, ohne aber deswegen eine übernatürliche, d. h. keinen Naturgesetzen oder Naturkräften unterworfene Erscheinung zu sein". (III 91.) „Die Kräfte also, die während des Lebens im Spiel sind, sind keine besonderen, der organischen Natur eigenen Kräfte; was aber jene Naturkräfte in das Spiel versetzt, dessen Resultat Leben ist, muß ein besonderes Prinzip sein, das die organische Natur aus der Sphäre der allgemeinen Naturkräfte gleichsam hinwegnimmt, und was sonst totes Produkt bildender Kräfte wäre, in die höhere Sphäre des Lebens versetzt". (II 567.) Die Gewalt der physikalischen Kräfte endet also nicht etwa an der Grenze des lebenden Körpers; aber sie sinken innerhalb desselben zu „empirischen Bedingungen" herab, und es bedarf, um das Zustandekommen des Organismus zu erklären, der Annahme eines eigenen — teleologischen — Prinzips. „Davon freilich kann nicht die Rede sein, daß dieses Prinzip die toten Kräfte der Materie im lebenden Körper aufhebe, wohl aber daß es 1. diesen toten Kräften eine Richtung gebe, die sie, sich selbst überlassen, in einer freien ungestörten Bildung nicht genommen hätten; 2. daß es den Konflikt dieser Kräfte, die, sich selbst überlassen, sich bald in Gleichgewicht und Ruhe versetzt hätten, immer neu anfache und kontinuierlich unterhalte". (II 568.) „Diese ganze Theorie setzt überall den Grundsatz voraus, daß wir in der organischen Natur, so wunderbar, d. h. bisher unerklärt ihre Erscheinungen auch sein mögen, nichts anderes als das Spiel eines höheren zwar, deswegen aber doch immer noch aus Natursachen und Naturkräften erklärbaren Mechanismus erblicken". (III 180.)

Daß SCHELLING sich sehr wohl bewußt ist, mit dieser „potenzierten Produktivität" des Lebens einen Begriff eingeführt zu haben,

1) Im Sinne Schellings: = veranschaulichen.



der kein Naturbegriff im strengsten Sinne mehr ist, zeigt sich in seiner Stellung zu dem bekannten BLUMENBACHschen „Bildungstrieb". Während er ihn anfangs (II 501) ebenso wie die „Lebenskraft" als „Schlagbaum für die forschende Vernunft" perhorresziert, erkennt er später (III 61) in diesem Terminus einen, wenn auch nur oberflächlichen, Ausdruck seiner eigenen Lebenstheorie. „Trieb", so sagt er, ist „Vereinigung von Freiheit und Gesetzmäßigkeit" (d. h. eigentlich: ein synthetisches Mittleres zwischen beiden), und dies eben war es ja, was SCHELLING suchte. „Im Begriff des Bildungstriebes liegt 1. Freiheit. Diese ist im organischen Produkt, weil hier nicht eine einfache Produktivität wirkt, sondern eine zusammengesetzte, wodurch in die Produktion der Schein der Freiheit kommt. Die einzelne Aktion kann in diesem Antagonismus nicht produzieren, was ihrer Natur gemäß, sie wird zu einer höheren Produktivität gesteigert durch die Beschränkung. in der sie ist. Aber jene Freiheit wird doch nicht Gesetzlosigkeit sein können. Denn obgleich jede einzelne Aktion produziert, was sie ihrer Natur gemäß nicht produzieren würde . . . . so kann sie doch in diesem Antagonismus nichts anderes als gerade das produzieren, was sie produzierte". SCHELLING hat sich denn auch weiterhin dieser vitalistischen Bezeichnung zu wiederholten Malen als einer Abbreviatur bedient.

Nie jedenfalls ist es ihm zweifelhaft, daß die anorganischen Kräfte aus sich heraus ein Lebenssystem nicht zu bilden vermögen. Sie können überhaupt nur dann eine Bewegung hervorrufen, wenn ihnen ein Angriffspunkt, eine (Energie-) „Differenz" gegeben ist; und vollends ein stetiger sich selbst erhaltender „Kreislauf" geregelter Bewegungsvorgänge, wie ihn der Organismus darstellt, kann auf Grund dieser anorganischen Kräfte nur dann zustande kommen, wenn eine übergeordnete Kraft da ist, um die notwendigen Differenzen stetig zu unterhalten, „den Naturprozeß immer neu anzufachen". Metaphorisch ausgedrückt: „Organisation ist mir überhaupt nichts anderes als der aufgehaltene Strom von Ursachen und Wirkungen. Nur wo die Natur diesen Strom nicht gehemmt hat, fließt er vorwärts (in gerader Linie). Wo sie ihn hemmt, kehrt er (in einer Kreislinie) in sich selbst zurück". (II 349.) Die Selbsterhaltung des Organismus erfolgt durch „kontinuierliche Störung des Gleichgewichts"; er wirkt der Schwere entgegen, er verhindert den Temparatur-Ausgleich, er reguliert das chemische Verhalten der ihm eingeordneten Stoffe. „Gesetzt, wir geben euch zu, das Leben bestehe in einem chemischen Prozeß, so müßt ihr einräumen, daß



kein chemischer Prozeß permanent ist, und daß die endliche Wiederherstellung der Ruhe bei jedem solchen Prozeß verrät, daß er eigentlich nur ein Bestreben nach Gleichgewicht war. Chemische Bewegung dauert nur solange, als das Gleichgewicht gestört ist. Ihr müßt also vorerst erklären, wie und wodurch die Natur im animalischen Körper das Gleichgewicht kontinuierlich gestört erhält, wodurch sie die Wiederherstellung des Gleichgewichts hemmt, warum es immer nur beim Prozesse bleibt, und nie zum Produkt kommt . . ." (II 500.) Die Vitalität treibt mit den Naturkräften gleichsam ihr Spiel, indem sie durch Einschaltung einer steten Folge von Widerständen dieselben zu abnorm gesteigerten Leistungen nötigt. „Dadurch eben unterscheidet sich das Organische vom Toten, daß das Bestehen des ersteren nicht ein wirkliches Sein, sondern ein beständiges Reproduziertwerden (durch sich selbst) ist, und daß dieses beständige Reproduziertwerden indirekter Effekt äußerer, konträrer Einflüsse ist, da hingegen das Tote (Unerregbare) durch äußere konträre Einflüsse nicht zur Selbstreproduktion bestimmt werden kann, sondern dadurch zerstört wird". (III 146.) So ist das Leben ein ewig gefährdeter, mühsam aufrecht erhaltener Spannungszustand; indem die Naturgewalten es in jedem Augenblick zu „zernichten" suchen, müssen sie durch eben diesen Ansturm seiner Fortdauer dienen. „Das Leben, wo es zustande kommt, kommt gleichsam wider den Willen der äußern Natur . . . zustande" (III 81); und wenn im Tode seine ordnende Funktion erlischt, so ist dies nur die Wiederherstellung des normalen Zustandes. „Die Bestandteile, die dem allgemeinen Organismus (d. h. der Natur) entzogen waren, kehren jetzt wieder in ihn zurück. . . . Dieselben Kräfte, welche eine Zeitlang das Leben erhielten, zerstören es endlich auch, und so ist das Leben [1]) nicht selbst etwas, es ist nur Phänomen eines Übergangs gewisser Kräfte aus jenem gesteigerten Zustand in den gewöhnlichen Zustand des Allgemeinen". (III 90.)

Wie üblich diese Gedankengänge in jenem klassischen Bildungskreise waren, erhellt aus einer Allegorie „der rhodische Genius" [2]), die A. v. HUMBOLDT, den ästhetisierenden Naturbetrachter, zum Verfasser hat. „Der rhodische Genius" ist ein Gemälde, das zu Syrakus in einer Säulenhalle hing, dessen Bedeutung sich die Leute nicht enträtseln konnten. „An dem Vorgrunde des Gemäldes sah man Jünglinge und Mädchen in eine dichte Gruppe zusammengedrängt".

1) Man vermutet: der Tod.

2) Zuerst (1795) in Schillers Horen veröffentlicht, später (1826) in die 2. Aufl. der „Ansichten der Natur" aufgenommen.



Sie waren nackt, von starkem Gliederbau; „verlangend streckten sie die Arme gegeneinander aus, aber ihr ernstes trübes Auge war nach einem Genius gerichtet, der von lichtem Schimmer umgeben, in ihrer Mitte schwebte. Ein Schmetterling saß auf seiner Schulter, und in der Rechten hielt er eine lodernde Fackel empor. . . . . Gebieterisch sah er auf die Jünglinge und Mädchen zu seinen Füßen herab". Die Lösung des Rätsels ergab sich, als eines Tages ein Schiff aus Rhodos in Syrakus einlief mit einem zweiten Bilde an Bord, das man augenblicklich für das Gegenstück des ersten erkannte. „Der Genius stand ebenfalls in der Mitte, aber ohne Schmetterling, mit gesenktem Haupte, die erloschene Fackel zur Erde gekehrt; der Kreis der Jünglinge und Mädchen stürzte in mannigfachen Umarmungen, gleichsam über ihm zusammen. Ihr Blick war nicht mehr trübe und gehorchend, sondern kündigte den Zustand wilder Entfesselung, die Befriedigung langgenährter Sehnsucht an". Ein alter Philosoph erklärt endlich beide Bilder für Symbole der Lebenskraft, die einmal den anorganischen Gewalten Trotz bietet, dann aber ihnen unterliegt, „und der Tag des Todes wird ihnen ein bräutlicher Tag".

Es ist das Charakteristikum dieser ganzen Richtung, daß sie in Wahrheit die Dinge nicht wissenschaftlich erklärt, nicht die Frage nach ihrem Entstehen stellt, sondern sich begnügt, dieselben — unter Anwendung von gewissen logischen Kunstgriffen — zu beschreiben. Man wird nicht leugnen können, daß durch diese Tropen der unmittelbare Eindruck, welchen das Phänomen des „Lebens" auf den Beschauer macht, ganz treffend wiedergegeben ist. Es scheint wirklich im Organismus ein seelenhaftes, zwecktätiges Etwas zu sitzen, welches sich gegen sein „Milieu", seine inner- und außerkörperlichen Bedingungen, durchzusetzen sucht. „Das ganze Geheimnis beruht auf jenem Gegensatz zwischen Innerem und Äußerem", sagt SCHELLING. (II 84.) Wohl hätte das Seelische abgetrennt vom Leiblichen kein Bestehen; es muß Reize erfahren, um überhaupt zu sein; aber seine Rückwirkung auf die Reize ist aus diesen unableitbar. So will SCHELLING Materialismus und Immaterialismus vereinigen. „In der Tätigkeit, welche das Absolut-Innere dem Äußeren entgegensetzt, liegt seine Rezeptivität für das Äußere; und umgekehrt, von seiner Rezeptivität für das Äußere hängt seine Tätigkeit ab." (III 74.) „Tätigkeit und Rezeptivität entstehen also zugleich in einem und demselben unteilbaren Moment, und nur diese Simultaneität von Tätigkeit und Rezeptivität konstituiert das Leben." (III 86.) Seele und Leib bedingen sich



gegenseitig; jene ist die „Form", dieser der „Inhalt"; eines hat sein Bestehen im andern und in ihrer gedoppelten Einheit beruht das Wesen des Lebens.

Unter den Neueren würde HANS DRIESCH die SCHELLINGschen Sätze wohl sämtlich unterschreiben. Der Satz: „Das Gehirn ist das Klavier, auf dem das Objektalpsychoid spielt"[1] — ist purer Schellingianismus, nur aus dem Poetischen ein wenig ins Triviale gezogen. Ob aber diese Wechselwirkung von Psyche und Physis — mit welcher unausgebildete Wissenschaften, z. B. die Geisteswissenschaften, als praktischer Veranschaulichung des Tatbestandes immerhin operieren mögen — einem letzten Erkenntnisideal entspricht, dürfte sehr zweifelhaft sein. Vielleicht ist es das Ziel aller Wissenschaft, das Heterogene homogen zu machen; aus Gründen der Konsequenz aber darf diese Tendenz auch nicht vor dem obersten der Gegensätze, dem von Mechanismus und Freiheit, zurückschrecken. Freilich unterliegt es keinem Zweifel, daß die Überbrückung dieses „unendlichen Widerspruchs" schlechterdings eine „unendliche Aufgabe" ist.

Historisch ist SCHELLINGS Lehre einerseits aus der „Nosologie" BROWNS abzuleiten, welcher den äußeren „Reiz" und die innere „Reizbarkeit" einander entgegengestellt hatte; anderseits aber geht sie auf den KANTIschen Gegensatz von Rezeptivität und Spontaneïtät zurück, der die ganze deutsche Philosophie jener Tage beherrschte, z. B. auch von SCHILLER mit Glück zur Verdeutlichung des Wesens der Kunst angewandt worden ist. So vorsichtig KANT in der „Kritik der Urteilskraft" das teleologisch-vitalistische Element behandelt hat, so tief ist seine „Kritik der reinen Vernunft" — was paradox klingen möchte — im Vitalismus verankert. Denn diese „apriorische Form" der Seele, welche den Stoff der Erfahrung meistert und mit ihren „Kategorien" (Einheit, Notwendigkeit, Kausalität usw.) durchdringt — mag hierdurch KANT das Phänomen des Erkennens nur beschreiben und seine Leistung kennzeichnen wollen — ist doch (auf ihre Herkunft angesehen) nichts anderes als eine teleologische Kraft. KANT, der alle Metaphysik verwarf, hat durch diese „Vernunft", welche sich wohl an der Erfahrung betätigt, aber nicht aus ihr entspringt — welche (als ethischer Wille) den „Neigungen" der Sinnlichkeit als ein Fremdes gegenüber-

1) HANS DRIESCH. Die „Seele" als elementarer Naturfaktor. Leipzig 1903. — Was C. C. SCHNEIDER unter dem Titel einer „Begründung der Deszendenztheorie" geleistet hat, übertrifft an Mystik alles, was jemals Schellings Anhänger verbrochen haben.



steht: implicite eine Metaphysik geschaffen. Seine Nachfolger gingen daran, auf diesem Grunde ein Weltsystem aufzubauen. Bei FICHTE finden wir „Ich" und „Nicht-Ich", innere Freiheit und äußere Notwendigkeit, in unlöslicher Wechselwirkung so verkettet, wie Form nicht ohne Inhalt, Kraft nicht ohne Stoff bestehen kann, dennoch aber jede der beiden Komponenten ihre unleugbare Realität besitzt. Das Nicht-Ich, die Umwelt, besteht nur, inwiefern ein Ich sich irgendwie zu ihr verhält; was nicht irgend einem Erkennen oder Wollen als Objekt gegeben ist, das *ist* nicht. Hätte aber das Ich nichts, zu dem es sich verhalten könnte, erlitte es keinen „Anstoß", so müßte es selbst erlöschen; denn nur in dem fortdauernden „Reiz", der auf das Ich ausgeübt wird und wodurch es zu immer neuen Reaktionen veranlaßt wird — besteht die Existenz des Ich. Das Mechanische (Äußere) und das Dynamische (Innere) fordern gegenseitig ihr Sein; wäre nicht Mannigfaltigkeit, so gäbe es keine „produktive Einheit", sie zu beleben und zu beherrschen; wäre aber nicht dieses Lebendige, Formierende, so existierte auch das Tote, Geformte nicht, denn die objektive Welt ist nur der Reflex der subjektiven [1]).

FICHTE stand der „Sinnenwelt" zu fern, um imstande zu sein, diese Ideen mit naturphilosophischem Inhalt zu erfüllen; dazu kam SCHELLING. Er glaubte in der ganzen Natur dieses „Weltgesetz der Polarität" zu erkennen, diese durchgängige Zweiheit, welche doch im Grunde Einheit ist, dieses Ineinander von produktiven und regulativen Kräften wie im belebten Organismus. Unter diese „Dualität" wollte er alle Kräfte subsumieren, aus ihr als dem Allgemeinen das Besondere — viel zu voreilig! — „konstruieren"; diese allumfassende Zweiheit war diesem Monisten das Weltprinzip. „Es ist erstes Prinzip einer philosophischen Naturlehre, in der ganzen Natur auf Polarität und Dualität auszugehen." (II 459.) „Die Bedingung aller Gestaltung ist Dualität." (III 299.) „Die Natur, um die größte Mannigfaltigkeit der Erscheinungen möglich zu machen, stellte überall Heterogenes Heterogenem entgegen. Aber damit in jener Mannigfaltigkeit Einheit, in diesem Streit Harmonie herrsche, wollte sie, daß Heterogenes sich mit Heterogenem zu verbinden strebe und erst in seiner Verbindung ein Ganzes werde." (III 170.) Schon KANT hatte die Dualität der Kräfte wenigstens in der Mechanik

1) Es herrscht übrigens nicht durchweg Klarheit darüber, daß noch die heutige Psychologie — mit ihrer „Apperzeption", welche die Assoziationen regeln soll und mit ihrem von den seelischen Einzelvorgängen unterschiedenen „Seelensubjekt" — auf vitalistischem Boden steht.



behauptet (Attraktiv- und Repulsivkraft als notwendige Konstituentien der Körperwelt). SCHELLING verschmolz die äußersten Enden des KANTschen Denkens, seine Mechanik und seine Erkenntnislehre, und ruhte nicht, bis sich physikalische wie chemische Anziehung und Abstoßung, Süd- und Nordmagnetismus, die beiden Elektrizitäten, sogar „die Heterogeneïtät zweier Luftarten in der Nähe der Erde", Organisches und „Anorgisches", Mann und Weib usw. nur noch als besondere Ausprägungen der Einen universalen Duplizität ergaben. Ein großer und in weiten Kreisen mit Jubel begrüßter Gedanke, der aber bei dem damaligen Stande der Forschung — wenn er nicht bloßes Aperçu bleiben sollte — sehr bald in unleidliche Künstelei ausarten mußte.

In diesem System konträr gerichteter, aber aufeinander angewiesener Naturkräfte soll sich das Phänomen des Lebens, d. h. die Wechselwirkung des Dynamischen und des Mechanischen, in allen seinen Formen manifestieren. Schon die niederen „Heterogeneïtäten" ist SCHELLING geneigt vitalistisch zu deuten; das alte Wort von „der Elemente Lieben und Hassen" ist ihm nicht ein bloßes Gleichnis. „Was ist es doch, was dem Erz, das wir Magnet nennen, die stete Richtung gegen die Weltpole (!) gibt, wenn es nicht das Bestreben nach Gleichgewicht ist?" (II 325.) Allüberall finden wir (wie in dem rhodischen Bildwerk) eine Tendenz zum Ausgleich der Differenzen und eine andere Tendenz, diesen Ausgleich zu verhindern; da aber diese Doppelheit das Charakteristikum des Lebens ist, so ist Leben die Grundkraft der Welt. Es muß „der Ursprung der organischen Duplizität mit dem Ursprung der Duplizität in der Natur überhaupt, d. h. mit dem Ursprung der Natur selbst, Eines sein." (III 160.) Dieses geheimnisvolle Allwaltende, das Leben in allem Leben, bezeichnet SCHELLING auch als den Weltäther, „den Anteil der edelsten Naturen" — „jenes Wesen, das die älteste Philosophie als die gemeinschaftliche Seele der Natur ahndend begrüßte." (II 569.)

Das bisher Angeführte wird an Klarheit gewinnen, wenn wir uns nunmehr zu der eigenartigen SCHELLINGschen Entwicklungslehre wenden, welche trotz mancher Anklänge in den Worten von der heutigen toto genere verschieden ist. Ihre Grundlage ist metaphysisch; ihr Ausgangspunkt das Gesetz der Polarität. Wäre nämlich nicht Zweiheit, Differenz in der Natur, so gäbe es kein Werden, da alles Werden — vitalistisch aufgefaßt — ein Streben nach Überwindung der Zweiheit ist. „Die entgegengesetzten Kräfte haben ein notwendiges Bestreben, sich ins Gleichgewicht, d. h. ins

Verhältnis der mindesten Wechselwirkung zu setzen; mithin würde, wenn nicht im Universum die Kräfte ungleich verteilt wären, oder wenn das Gleichgewicht nicht kontinuierlich gestört würde, zuletzt auf allen Weltkörpern alle partielle Bewegung erlöschen, und nur die allgemeine Bewegung (der Weltkörper selbst) fortdauern, bis endlich vielleicht auch diese toten unbelebten Massen der Weltkörper in Einen Klumpen zusammenfielen, und die ganze Welt in Trägheit versänke." (II 391.) „Die Natur ist das trägste Tier und verwünscht die Trennung, weil diese allein ihr den Zwang der Tätigkeit auferlegt; sie ist nur tätig, um jenes Zwanges los zu werden". (III 325.) „Die Natur" — so schreibt der phantastische Norweger STEFFENS, SCHELLINGS frühester und getreuester Schildknappe [1]) — „die Natur sucht in dem Antagonismus die größte Harmonie, sie will durch Streit nur den Frieden erringen. — Gelänge es ihr, die Harmonie hervorzubringen, so wäre der ewige Friede der Natur gesichert, mit jenem idealischen Produkte" (welches alle Differenzen ausgliche) „hätte sie ihr Ziel erreicht, es würde ihr letztes sein." Auch dieser metaphysische Roman hat sein Gegenstück in manchen naturphilosophischen Spekulationen der Gegenwart. Hätte übrigens SCHELLING gewußt, daß „die Entropie im Weltall einem Maximum zustrebe", so würde er dieses Gesetz flugs als empirische Bestätigung seiner Konstruktionen in Anspruch genommen haben.

Der Grund der Evolution also, der innere Stachel, ist die allgemeine Polarität; und so lange diese besteht, entwickelt sich die Natur kontinuierlich; es gibt gar keinen Stillstand in ihr. „Da die Natur als unendliche Produktivität eigentlich als in unendlicher Evolution begriffen gedacht werden muß, so ist das Bestehen, das Ruhen der Naturprodukte (der organischen z. B.) nicht als ein absolutes Ruhen, sondern nur als eine Evolution mit unendlich kleiner Geschwindigkeit oder mit unendlicher Tardität vorzustellen." (III 287.) Für SCHELLING wäre es sinnlos, noch nach besonderen Ursachen des Werdens, der Veränderung zu fragen; das Rätselhafte ist ihm vielmehr die Konstanz einiger Naturformen. Die Natur ist ihm von Anfang an ein zielstrebiges Wesen; da sie nun nichts außer sich hat, was ihr Widerstand leisten könnte, so fragt es sich, warum sie den idealen Endzustand (den Ausgleich der Disharmonien) nicht mit unendlicher Geschwindigkeit erreicht? Wie der Mechanismus niemals restlos erklären kann, warum überhaupt Entwicklung

1) In der von Schelling herausgegebenen „Zeitschrift für spekulative Physik", Bd. I, S. 26.



ist, so steht der Dynamismus — und SCHELLING gibt dies zu — vor dem unlösbaren Problem, warum etwas beharrt.

Die SCHELLINGsche Entwicklung aber — ist gar keine Entwicklung, weil sie (wenigstens zunächst) des zeitlichen Moments entbehrt. Die Zeit ist ja nach KANT, dem sich SCHELLING anschließt, nur eine Anschauungsform für die empirische Erkenntnis; die Folge der Gestaltungen ist also in Wahrheit nicht ein historisches, sondern ein logisches Nacheinander. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind dem Philosophen inadäquate Betrachtungsweisen; er sieht nur eine zeitlose Ordnung von Kräften und Gebilden der Natur. Als Sprößlinge aber einer und derselben zeugenden Kraft, „Strudel in demselben Strom", müssen diese eine durchgängige Verwandtschaft zeigen, die es uns ermöglicht, sie in eine aufsteigende Reihe, in der Richtung vom Einfacheren zum Komplizierteren, anzuordnen. Die Entwicklung selbst verläuft gewissermaßen unterirdisch; was wir sehen, sind nur ihre „Dokumente", in denen sich die weltbildende Kraft auf verschiedenen Stufen ihrer Selbstvervollkommnung verzeitlicht". Jede Stufe der Entwicklung hat also einen eigentümlichen Charakter. Auf jeder Stufe der Entwicklung ist die bildende Natur auf eine bestimmte — einzig mögliche — Gestalt eingeschränkt, in Ansehung dieser Gestalt ist sie völlig gebunden, in der Produktion dieser Gestalt wird sie gar keine Freiheit zeigen". (III 43.)

Diese Art Entwicklung hat SCHELLING nicht erfunden. Eine logische Stufenfolge der Organisationen hat man seit Aristoteles immer angenommen; wenn SCHELLING der Lehre eine eigene Färbung gibt, so ist es die, daß er an Stelle göttlicher Schöpfungsakte das geheime Wachsen des „Bildungstriebes" setzt. Über HERDER noch hinausgehend, substituiert er der transmundanen Gottheit die „sich selbst von vorn schaffende Natur"; aus der Maschine, deren Triebwerk ein verständiger Geist außer ihr erfand und in Gang brachte, wird der Organismus des Alls, das „Tier", das im dunklen Drange sich selbst zur Vernunft hinaufläutert. Für SCHELLING wie für GOETHE sind die Naturformen die Merkzeichen des ungeheuersten Bildungsprozesses, des überzeitlichen Werdegangs der Weltseele. Das immaterielle Naturprinzip selbst, die „natura naturans", ist in steter Umwandlung begriffen, es wächst und wandelt sich wie ein lebendiges Wesen; aber die sichtbaren Schöpfungen, in denen diese Innerlichkeit sich auswirkt, müssen nicht notwendig durch den zeitlich-historischen Zusammenhang der leiblichen Abstammung verknüpft sein.



Für das moderne Problem der Artentstehung fehlt SCHELLING — ebenso wie GOETHE — fast jedes Verständnis: weil er überhaupt nicht nach der Entstehung der Dinge fragt. Er begnügt sich — wie LINNÉ — zu vergleichen, zu klassifizieren, zu systematisieren, und sein Triumph ist dann ausgespielt, wenn er eine kosmische Ordnung, einen „Plan" in dem anscheinenden Wirrwarr der Gestalten entdeckt zu haben glaubt. Dieser Mangel an Interesse für die Genese kennzeichnet die ganze Zeit, Fachleute und Laien. Sehr richtig sagt WINDELBAND[1]) von SCHELLING: „Die „Entwicklung ist für ihn ein ideelles Verhältnis, dasselbe wie bei den großen Philosophen des Altertums und wie bei LEIBNIZ; sie will nur sagen, daß die Stufenleiter der Natur ein System von Erscheinungen bilde, in welchem jede einen bestimmten Platz im Verhältnis zu den übrigen einnimmt, und in dessen Zusammenhange sich die Grundidee mit allen ihren Beziehungen ausbreitet. Diese Entwicklungslehre enthält somit nicht sowohl eine Theorie der kausalen Erklärung, als vielmehr eine Deutung der Erscheinungen". Charakteristisch für diese befremdende Auffassung ist es auch, daß zu der einzelnen Naturform nicht etwa die nächst vorhergehende Stammform, sondern das „Urbild", der „Typus" gesucht wird, ein ideales Schema, nach dem die Natur sich in ihrer Produktion gerichtet haben soll; und daß die Gesamtheit der Gestalten schließlich nicht etwa auf eine gemeinschaftliche historische Quelle, sondern auf ein Normal-Schema des „Organismus überhaupt" zurückgeführt wird. Besonders GOETHE, der Bildner, lebt in dieser Anschauungsweise, die ja auch mit den „physiognomischen" Liebhabereien der Zeit zusammenhängt. „Dies also hätten wir gewonnen", sagt GOETHE einmal, „ungescheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommenen, organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säugetiere und an der Spitze der letzteren den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Teilen mehr oder weniger hin und her weicht und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet". (Jubil.-Ausg. 39. 166.) Und: „Sollte es denn aber unmöglich sein, da wir einmal anerkennen, daß die schaffende Gewalt nach einem allgemeinen Schema die vollkommeneren organischen Naturen erzeugt und entwickelt, dieses Urbild, wo nicht den Sinnen, doch dem Geiste darzustellen, nach ihm, als nach einer Norm, unsere Beschreibungen auszuarbeiten und, indem solche von der Gestalt der verschiedenen

1) Gesch. der neueren Philosophie, II, S. 251.



Tiere abgezogen wäre, die verschiedensten Gestalten wieder auf sie zurückzuführen?" (Ebenda S. 167 f.) GOETHE und SCHELLING stellen nur die (künstlerische) Frage nach dem Was? und Wie?, nach den Beschaffenheiten der Dinge; das Woher?, welches den eigentlichen Gelehrten interessiert, kommt ihnen in allerletzter Linie. Sie sind deshalb keine Deszendenztheoretiker, wofür man sie heute manchmal ausgeben will.

Dennoch finden sich in SCHELLINGS naturphilosophischen Jugendschriften Spuren eines Interesses für die Genese der Arten, und diese weisen auf KANT zurück. KANT hat sich, wie man weiß, sehr intensiv mit der Rassenfrage beschäftigt, zunächst beim Menschen, von da auf die Organismen überhaupt übergreifend. So wenig er auch das Dogma von der Konstanz der Arten zu bezweifeln geneigt ist, so glaubt er doch, daß die große Menge tierischer Bildungen, die wir kennen, vielleicht auf ganz wenige Grundgattungen zurückführbar ist. „Die Naturgeschichte, woran es uns noch fast gänzlich fehlt, würde uns die Veränderung der Erdgestalt, imgleichen die der Erdgeschöpfe (Pflanzen und Tiere), die sie durch natürliche Wanderungen erlitten haben, und ihre daraus entsprungenen Abartungen von dem Urbilde (!) der Stammgattung lehren. Sie würde vermutlich eine große Menge scheinbar verschiedener Arten zu Racen ebenderselben Gattung zurückführen und das jetzt so weitläufige Schulsystem der Naturbeschreibung in ein physisches System für den Verstand verwandeln"[1]. Selbst der „Abgrund des Darwinismus" hat sich einmal vor ihm aufgetan, aber dieser Gedanke ließ ihn „zurückbeben". „Eine Verwandtschaft unter ihnen (den Organisationen)", so schreibt er 1785 in der Rezension von HERDERS „Ideen"[2] „da entweder eine Gattung aus der andern, und alle aus einer einzigen Originalgattung, oder etwa aus einem einzigen erzeugenden Mutterschoße entsprungen wären, würde auf Ideen führen, die aber so ungeheuer sind, daß die Vernunft vor ihnen zurückbebt . . . ."

Mit ausdrücklicher Bezugnahme auf KANT meint denn auch SCHELLING, daß man, „wenn man eine ursprüngliche Veränderlichkeit der organischen Natur annähme, die ursprünglichen Gattungen der Zahl nach außerordentlich vermindern und . . . . . eine Menge scheinbar verschiedener Arten auf Abartungen derselben Gattung zurückführen könnte". (I 468.) „Daß unsere Erfahrung keine Um-

1) KANT, Von den verschiedenen Rassen der Menschen, 1795; Ausgabe von Hartenstein II, S. 441.

2) HARTENSTEIN, IV, S. 180.



gestaltung der Natur, keinen Übergang einer Form oder Art in die andere, gelehrt hat . . . . ist gegen jene Möglichkeit kein Beweis; denn, könnte ein Verteidiger derselben antworten, die Veränderungen, denen die organische Natur, so gut als die anorganische, unterworfen ist, können (bis ein allgemeiner Stillstand der organischen Welt zustande kommt), in immer längern Perioden geschehen, für welche unsere kleinen Perioden (die durch den Umlauf der Erde um die Sonne bestimmt sind) kein Maß abgeben, und die so groß sind, daß bis jetzt noch keine Erfahrung den Ablauf einer derselben erlebt hat". (II 348 f.) Beide also, KANT und SCHELLING, leugnen nicht die Tatsache einer Veränderung einzelner oder auch aller Organismen, aber sie halten an der polyphyletischen Annahme einer Mehrheit ursprünglicher Gattungen fest. „Man hat", sagt SCHELLING, „durch Vermischung verschieden gegliederter Arten eine Art in die ganz andere umgewandelt, obgleich eben dieser Übergang ein Beweis ist, daß jene verschieden gegliederten Arten nur verschiedene Abartungen derselben Art waren". (III 57.) „Die wirkliche historische Darlegung des ersten Ursprungs der Erdorganisationen wird nur im Zusammenhang mit der Geschichte der ganzen Erde und aller ihrer auch anorganischen Bildungen möglich sein. Man wird, je weiter man in dieser Erkenntnis fortschreitet, desto mehr finden, daß die Bildungen des Anorganischen der Erde mit denen des Organischen bestimmte Parallelen bilden, und dann die organischen Geburten der Erde nicht unbegreiflicher finden als ihre unorganischen". (VI 391.) Ich zitiere noch eine parallele Stelle aus GOETHE (1824): „Eine innere und ursprüngliche Gemeinschaft aller Organisation liegt zum Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den notwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt; und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die eben so konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können". (Jubil.-Ausg. 39, 216.) (GOETHE spricht hier übrigens speziell von der Klasse der Nagetiere.)

Weiter ist man vor DARWIN in Deutschland wohl nicht gekommen. Was das Denken beschäftigte, war die formale Ähnlichkeit und richtige Einteilung, erst in allerletzter Linie der historische Kausalzusammenhang aller Gestaltungen. Wohl lesen wir bei SCHELLING: „Es ist nur ein Produkt, das in allen Produkten lebt. Der Sprung vom Polypen zum Menschen scheint freilich ungeheuer, und der Übergang von jenem zu diesem wäre unerklärlich, wenn



nicht zwischen beide Zwischenglieder träten. Der Polyp ist das einfachste Tier und gleichsam der Stamm, aus welchem alle anderen Organisationen aufgesproßt sind". (III 54.) Das klingt sehr deszendenztheoretisch; aber dieser „Übergang" ist nur ein Ordnungsprinzip unseres Denkens, kein realer Konnex. Wenige Seiten später heißt es: „Alle Organisationen, so verschieden sie sein mögen, sind freilich nur verschiedene Entwicklungsstufen einer und derselben Organisation dem physikalischen Ursprung nach[1]); sie lassen sich so vorstellen, als ob sie durch die Hemmung eines und desselben Produkts auf verschiedenen Entwicklungsstufen entstanden wären. Was aber vom physikalischen Ursprung der verschiedenen Organisationen gilt, kann nicht auf den historischen Ursprung übertragen werden". (III 62.) Und kurz und bündig: „Die Behauptung also, daß wirklich die verschiedenen Organisationen durch allmähliche Entwicklung auseinander sich gebildet haben, ist Mißverständnis einer Idee, die wirklich in der Vernunft liegt". (III 63.) — Also strikter Gegner? Bei dieser Stelle kommt aber in Betracht, daß SCHELLING mit der abgelehnten „allmählichen Entwicklung auseinander" offenbar auf die bekannte Evolutions- oder Präformationstheorie des 17. und 18. Jahrh. abzielt, jene (damals noch durch HALLERS Autorität gestützte) Anschauung, daß im stammelterlichen Individuum alle seine Nachkommen in unendlicher Verkleinerung eingeschachtelt liegen sollen. Mit BLUMENBACH bekennt sich SCHELLING zur modernen Theorie der Epigenesis, wonach alle Zeugung Neuschöpfung ist (III 61.); durch diese Theorie aber ist natürlich weder für noch gegen die Abstammungslehre präjudiziert. SCHELLING war weder Darwinist noch Antidarwinist, weil diese ganze Frage fast völlig außer seiner Sehweite liegt. Der „Polyp" aber ist an jener Stelle durchaus nicht als Eltertier, sondern als logischer Ausgangspunkt der Organismen gedacht, so wie etwa der Wasserstoff die Reihe der chemischen Elemente eröffnet. Daß übrigens der Mensch von dieser Ordnung ausgeschlossen sei, das ist SCHELLING nie in den Sinn gekommen; für ihn sind die menschlichen Funktionen nur die äußerste Potenzierung der entsprechenden tierischen Qualitäten. Die „Vernunft" des Menschen ist das notwendige Korrelat seiner höchstgesteigerten Organisation, wie diese umgekehrt, die adäquate Ausprägung jener. Der Mensch ist der logische Abschluß der Natur, die harmonische Ineinsfassung aller der Bildungen, die im Tier- und Pflanzenreich nur mangelhaft gelungen waren.

1) Vielmehr: der naturphilosophischen Auffassung nach.



„Denn wie oft eine vielbegabte Mutter ihren Kindern ihre Eigenschaften verteilt und nur Einem sich selbst ganz eingebiert, so hat auch die Natur sich in den Tieren bloß einseitig ausgesprochen, und alle Strahlen ihrer Tätigkeit nur in Einen Punkt als den Brennpunkt zusammenbrechen können. In diesen Einen Punkt fällt der Mensch". (VI 470.) Ähnlich meint GOETHE (1796): Der Mensch sei „dergestalt gebaut, daß er so viele Eigenschaften und Naturen in sich vereinige, und dadurch auch schon physisch als eine kleine Welt, als ein Repräsentant der übrigen Tiergattungen existiere".

Um SCHELLINGS Stellung zum Evolutionsgedanken zu verstehen, muß man aber auch vor allem die nicht sehr klaren Ausführungen beachten, welche er der „Metamorphose" des Individuums gewidmet hat. Wenn alle Generation Neuschöpfung ist, so muß jedes Einzelwesen in seiner Bildung „von vorn anfangen", d. h. in abgekürzter Folge die Reihe der vorangehenden Organisationen durchlaufen. „Jedes einzelne Naturprodukt . . . durchläuft bis zu dem Punkt, bei welchem es gehemmt wird (d. h. in seiner Ausbildung stehen bleibt), alle möglichen Gestaltungen, nur daß es zur wirklichen Produktion bei keiner derselben kommt." (III 43.) „Es ist übrigens notwendig, daß das organische Wesen der höheren Stufe von der unteren an bis zur letzten Ausbildung alle tieferen Stufen durchgehe. Von einer einfachen Gallert fängt alle Bildung auch in den höheren Stufen an; auch der Mensch ist im Anfang seines Entstehens erst Polyp, dann Molluskum, Wassertier, Amphibium usw." (VI 417.) So nahe dies unserm biogenetischen Grundgesetz kommt: so bleibt doch eine Zweideutigkeit. SCHELLING denkt sich diese Metamorphose (wie die der gesamten Natur) zunächst als eine ideelle, unsichtbare; nur teilweise und lückenhaft manifestiert sie sich dem beobachtenden Auge. Ihr Schulbeispiel ist die „Metamorphose der Insekten", d. h. die allbekannte Verwandlung der Raupe in den Schmetterling. SCHELLING legt nun Gewicht darauf, daß die Metamorphose immer dann zum Stehen gelange, wenn Geschlechtlichkeit einträte. Er meint, „daß die Metamorphosen, welche sie (die Insekten und überhaupt die Organismen) durchlaufen, beinahe einzig dazu bestimmt sind, das Geschlecht in ihnen zu entwickeln, oder vielmehr, daß die Revolutionen ihrer Metamorphose nur Phänomene der Geschlechtsentwicklung selbst sind. Denn sobald ihre Metamorphose vollendet ist, ist (ausgebildete) Verschiedenheit der Geschlechter, und mit derselben der Geschlechtstrieb da. — Bei Blumen sowohl als Insekten ist das auch der höchste Gipfel der Bildung, den sie erreichen können; denn die



Blüten fallen ab, und das verwandelte Insekt stirbt, ohne irgend einen andern Trieb geäußert zu haben, sobald die Befruchtung vollbracht ist." (III 45f.) Der Punkt der erreichten vollen Sexualität also scheidet das fertige vom werdenden Lebewesen; sobald „in einer Organisation entgegengesetzte Geschlechter sind, ist auch alle weitere Bildung unterbrochen, und sie kann ins Unendliche fort nur sich selbst reproduzieren." (III 63.) Dieser Anschauung — die natürlich wieder auf SCHELLINGS allgemeine Dualitätslehre hinausspielt — könnte ja unschwer der Einwand entgegengehalten werden, daß einerseits auch schon im Embryo das bestimmte Geschlecht präformiert ist, daß anderseits niedrige Lebewesen ohne Sexualität existieren. Durch beide Gegengründe würde sich jedoch SCHELLING nicht widerlegt halten, da er 1. offenbar nur an die voll entwickelte Sexualität denkt, und da er 2. diese niederen Organismen überhaupt nicht für fertige Einzelwesen, sondern nur für Vorstufen des eigentlichen organischen Lebens ansieht. „Die Fortpflanzung der (geschlechtslosen) Pflanzen und pflanzenähnlicher Tiere durch Knospen oder Absenker ist nicht Zeugung, (und unterliegt nicht deren Gesetzen) sondern nur Wachstum, das durch äußere Einflüsse ins Unendliche getrieben werden kann." (III 59.)

Die Frage wäre rein terminologisch, wenn sie nicht auch für das Problem der Arten Bedeutung gewänne. Denn „die Verschiedenheit der Organisationen reduziert sich zuletzt allein auf die Verschiedenheit der Stufen, auf welchen sie in entgegengesetzte Geschlechter sich trennen." (III 53.) SCHELLING kennt im Grunde doch nur eine individuelle, keine generelle Metamorphose; in jedem Einzelwesen entwickelt sich die Art, die Arten selber — d. h. die Grundgattungen mit ihren „klassischen Unterschieden" — variieren wohl, entwickeln sich aber nicht. Nur das vorgeschlechtliche Leben der Protozoen evolviert sich „ins Unendliche"; sobald Sexualität entsteht, sind die einmal erreichten Unterschiede — abgesehen von Variationen und „Abartungen" — für alle Zeiten fixiert. Wo das ursprünglich ungeschlechtliche Leben in Geschlechtsdifferenz „ausbricht", kommt es zur „Hemmung", zum „Produkt" und damit zur Artbildung; so entstehen die lebens- und fortpflanzungsfähigen, gefestigten Gattungstypen, aus deren Grenzen kein Einzelglied herauszutreten vermag. Freilich könnte man nun die Frage aufwerfen, aus welchen Ursachen z. B. beim „Amphibium" die Metamorphose eher zum Stehen kommt als beim Menschen? Warum ist die froschschaffende Vitalität eher erschöpft als die menschenschaffende? Darauf weiß SCHELLING keine andere Antwort, als daß es eben in

der „Anlage“ eines jeden Wesens, im „Keim“ begründet liege, bis zu welcher Organisationshöhe es ihm gelinge vorzudringen. In jedem organischen Keim sind die Stoffe und Kräfte in eigentümlicher Weise gemischt; jeder Artcharakter gründet in einer besonderen Konstellation. „Auf welcher Stufe aber jene Trennung geschehe, kann allein von der Proportion der Aktionen[1]), welche in jeder Organisation ursprünglich getroffen ist, abhängen.“ (III 54.) „Jede Gestaltung aber ist selbst nur das Phänomen einer bestimmten Proportion, welche die Natur zwischen entgegengesetzten wechselseitig sich einschränkenden Aktionen erreicht. So vielerlei Proportionen dieser Aktionen möglich sind, so vielerlei verschiedene Gestaltungen und ebenso vielerlei Entwicklungsstufen.“ (III 43.) „Dadurch wird jene in einer gründlichen Naturwissenschaft nicht zu ertragende Oberflächlichkeit der Erklärung, als ob nämlich die klassischen Unterschiede bei organischen Wesen derselben Art[2]) ihnen lediglich durch Einflüsse der äußern Natur, oder gar der Kunst allmählich eingedrückt wären, verbannt, indem bewiesen wird, daß in der Organisation derselben ursprünglich schon die Disposition einer solchen eigentümlichen Beschaffenheit gelegen, und nur auf den entwickelnden Einfluß äußerer Ursachen gewartet habe.“ (III 56.)

Ginge man darauf aus, Parallelen zwischen SCHELLING und neueren Deszendenztheoretikern zu suchen, so könnte man hinweisen auf eine Anschauung, wie sie WEISMANN — um die Abstammungslehre mit Ausschluß der Vererbung erworbener Eigenschaften zu begründen — vorgetragen hat. WEISMANN hält bekanntlich nur das Keimplasma bleibender Veränderungen fähig, sodaß eine direkte Entwicklung nur bei den Einzelligen, bei denen ein Gegensatz von Körper- und Keimzellen noch nicht besteht, stattfindet. „Nicht auf jeder Organisationshöhe . . . . kann . . . . erbliche Variabilität entstehen, vielmehr nur auf der niedersten, bei den einzelligen Wesen. Sobald aber einmal bei diesen die Ungleichheit der Individuen gegeben war, mußte sie sich bei der Entstehung der höheren Organismen auf diese übertragen“[3]). Wenn

1) Um seinem Vitalismus ein atomistisches Gepräge zu geben, nahm Sch. eine Zeitlang eine Vielheit ursprünglicher „Aktionen“ an, bildender Kräfte, Monaden, aus deren Wechselwirkung die „Produkte“ hervorgehen sollen.

2) Er ist hier speziell von den Unterschieden innerhalb der Menschengattung die Rede, der Satz leidet aber allgemeinere Anwendung.

3) Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie. Jena 1886, S. 39.

WEISMANN von diesen Prämissen aus nicht zur Konstanz der Arten, sondern zum Darwinismus gelangt: so ist es nur, weil er gerade in der geschlechtlichen Mischung der Vielzeller und der hiedurch erzielten „Verschärfung und Vervielfachung der überkommenen Ungleichheit", d. h. in der Selektion einen Ersatz für die verlorene direkte Evolutionsfähigkeit erblickt. Wie allerdings Selektion ohne die Fähigkeit vererbbarer Variationen einen eigentlichen Artwandel bewirken soll, ist nicht ganz abzusehen; WEISMANNS Voraussetzungen würden eher auf eine gewisse Anzahl — in der Epoche der Einzeller entstandener — eigentümlicher Dispositionen oder „klassischer Unterschiede" führen, welche zwar intern variieren, aber neue Charaktere nicht mehr produzieren können. So läßt ja eine Sprache — um ein Beispiel aus der Kulturwissenschaft heranzuziehen — aus einer kleinen Anzahl konstanter „Wurzeln", die aus den frühesten schöpferischen Perioden des Sprachlebens überkommen sind, durch fortwährende Kombination und Ableitung eine große Mannigfaltigkeit einzelner Sprachformen hervorgehen.

Wenn wir noch einen Augenblick bei SCHELLINGS Ansichten von der Entstehung des Lebens verweilen — so finden wir, daß er sich auch hier die Sache recht leicht macht; hinsichtlich der Fragen, die uns Heutige bedrängen, erhalten wir keine Aufklärung. Das Leben, das organische Prinzip, kann überhaupt nicht entstanden sein, weil es selbst den Existenzgrund der Welt ausmacht. Wäre freilich die Natur von Anfang an tot, so wäre es „nicht nur, wie KANT sagt, ein Abenteuer der Vernunft, sondern ein Ungeheuer und eine Ungereimtheit" (VI 388), hieraus das Lebendige hervorgehen lassen zu wollen. Das Leben ist das Primäre, „das An-sich der Materie", alle Organisation ist nur die gesetzliche Entfaltung dessen, was in der anorganischen Natur längst präformiert ist. „Die Erde, und nicht nur diese, jeder Teil der Materie ist schon Pflanze und Tier; sie kann es nur werden, weil sie es schon ist." „Hätte die Erde nicht schon längst ausgeblüht und wie der mütterliche Stamm ihre reichen Früchte zu immer neuer Fortpflanzung um sich zerstreut, so würde ihr dieser Blütestand noch bevorstehen." „Wir behaupten nicht einen zeitlichen, sondern einen ewigen Ursprung oder vielmehr ein ewiges Dasein des Organischen und des Lebens." (IV 388 f.) Verstehe einer das, wie er will! Diesem Metaphysiker ist es ein ernsthaftes Problem, warum denn ein Teil des lebendigen Kosmos zur starren trägen „Masse" „erstarren" mußte. „Man kann sich noch eher begreiflich machen, sagt er einmal, wie der allgemeine Bildungstrieb der Natur endlich in



toten Produkten erstirbt, als wie umgekehrt der mechanische Hang der Natur zu Kristallisationen sich zu vegetativen und lebendigen Bildungen hinaufläutert." (II 499.) Nicht aus dem Toten entsteht das Lebendige, sondern das uranfängliche Leben der Natur trennt sich in die beiden Zweige des Organischen und des „Anorgischen", die wechselseitig aufeinander angewiesen sind. Wie bei FICHTE das wollende und handelnde Ich sich selber bewußtlos eine Außenwelt „setzt", um an ihr den notwendigen Betätigungsreiz zu finden, so braucht die bildende Natur, obwohl selbst lebendig und nur auf Schaffung von Leben abzielend, dennnoch das Nicht-Lebendige, in Ewigkeit formlose, damit es dem Lebenden ein Widerhalt sei. Aus diesem Hin und Wider des organischen und des „anorgischen" Faktors, d. h. aus dem Streben nach Formung einerseits, dem Widerstreben gegen die Formung andererseits: entsteht die Stufenfolge der Gestaltungen, der bewundernswerte Gliedbau der organischen Natur.

„Vom ersten Ringen dunkler Kräfte
Bis zum Erguß der ersten Lebenssäfte,
Wo Kraft in Kraft, und Stoff in Stoff verquillt,
Die erste Blüth', die erste Knospe schwillt,
Zum ersten Strahl von neu gebornem Licht,
Das durch die Nacht wie zweite Schöpfung bricht.
Und aus den tausend Augen der Welt
Den Himmel so Tag wie Nacht erhellt —
Hinauf zu des Gedankens Jugendkraft,
Wodurch Natur verjüngt sich wieder schafft,
Ist Eine Kraft, Ein Pulsschlag nur, Ein Leben,
Ein Wechselspiel von Hemmen und von Streben [1]). —

Der Gang der Wissenschaft vollzieht sich nicht in einem geraden und zielbewußten Progressus, sondern in vielfachen Schlangenwindungen. Der vielfach unklare Vitalismus SCHELLINGS und seiner ganzen Zeit ist gegen die mathemathische Naturwissenschaft NEWTONS — SCHELLINGS wie GOETHES Bestgehaßter! — methodisch ein offensichtlicher Rückschritt. Notwendig aber war dieser Rückschritt insofern, als er dem Versuch entsprang, ein Gebiet, welches die Früheren der Religion überlassen hatten, in den Umkreis des Wissens einzubeziehen: das Leben. Was damals an Exaktheit verloren ging, wurde an Weite des Horizontes gewonnen. Um den

1) Aus „Epikurisch Glaubensbekenntnis Heinz Widerporstens", 1799 erstmals herausgeg. in „Aus Schellings Leben", Bd. I, 1869.



alten Dualismus zwischen Wissen und Glauben (in welchem NEWTON sowie KANT befangen waren) zu beseitigen, mußte die Wissenschaft selbst ihren Charakter einer abstrakten Kinematik zunächst einbüßen, ein poetisch-religiöses Element sich einverleiben. Wenn SCHELLING irgend eine weiter reichende Bedeutung beanspruchen darf, so liegt sie in seinem Monismus, in der großen Konzeption von der Einheit alles Wirklichen, worin ihm SPINOZA vorangegangen war. „Ich halte", so schreibt an ihn A. v. HUMBOLDT, „die Revolution, welche Sie in den Naturwissenschaften veranlaßt, für eine der schönsten Epochen dieser raschen Zeit . . . . Lassen Sie es sich aber nicht anfechten, daß diese Entdeckungen, wie alles Wohltätige in der Welt vielen zum Gift geworden sind . . . . "[1]).

---

1) „Aus Schellings Leben", Bd. II, S. 49.

Geschichte der Erfindung des Porzellans durch Johann Friedrich Böttger.

Von Oberbergrat Dr. HEINTZE[1]).

In diesem Frühjahr sind 200 Jahre verflossen, seitdem JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER dem Kurfürsten von Sachsen und König in Polen Friedrich August I. anzeigen konnte, daß es ihm nach mehrjähriger Arbeit gelungen sei, das weiße durchscheinende Porzellan mit der allerfeinsten Glasur herzustellen, welches in allen seinen Eigenschaften dem chinesischen Porzellan gleich sei, wenn es dasselbe nicht gar übertreffe. Über den Gang dieser Arbeiten, sowie über die Ursachen und die Erfolge sind bisher vielfach so irrige Mitteilungen, auch in der Fachliteratur, verbreitet, daß es mir nötig erscheint, gerade an dieser Stelle, eine kurze Schilderung des Umfanges der Arbeiten und zugleich des äußeren Lebensganges BÖTTGERS, an der Hand der vorliegenden, urkundlichen Unterlagen, mit einigen seiner eigenen Schriftsätze, zu geben. JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER war 1682 in Schleiz, im reußischen Vogtland, geboren und starb in Dresden 1719. Er erreichte also ein Lebensalter von 37 Jahren. Im jugendlichen Alter kam er nach Berlin, um die Apothekerkunst zu erlernen. Er bezog im Herbst 1701 die sächsische Universität Wittenberg, um dort Medizin zu studieren. In seiner Berliner Apotheke war er aber so unvorsichtig gewesen, durch Versuche beweisen zu wollen, daß er durch Umwandlung — Transmutation, wie man es nannte —, Silber in Gold überführen könne. Da er sonst für einen tüchtigen und fleißigen Menschen gehalten wurde, fanden seine Angaben Glauben. Damals war das aber eine sehr gefährliche Sache, und auch für BÖTTGER wurde dieselbe zum Verhängnis. In Berlin hatten sich diese Ergebnisse schnell herumgesprochen, auch der König von Preußen hörte davon und suchte den „Goldmacher“ in seine Hände zu bekommen. Schon deshalb hatte BÖTTGER Berlin heimlich verlassen. Als er aber nach Jahresfrist, 1701, in Wittenberg, der sächsischen

1) Vortrag gehalten auf dem 7. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie Sektion II, d. 31. 5. 1909, Universität London.



Universität und Grenzfestung, wieder auftauchte, verlangte Preußen die Auslieferung des 19jährigen Studenten von Sachsen. Nach längeren Verhandlungen verweigerte der angerufene Kurfürst von Sachsen und König in Polen, BÖTTGER auszuliefern, er verfügte vielmehr seine unauffällige Überführung nach Dresden, die im Dezember 1701 erfolgte. Trotzdem nun BÖTTGER fortgesetzt beteuerte, nicht im Besitze von geheimen Wissenschaften zu sein und die Umwandlung in Gold nicht zu vermögen, hielt man ihn in engem Gewahrsam, ließ ihn aber, wenn auch mit wenig Hilfsmitteln arbeiten, gab ihm auch zunächst den Berggeschworenen PABST aus Freiberg, nach dessen Abberufung den Dr. med. NEHMITZ als Mitarbeiter zu. Bis 1704 scheint man ihn mit der Ausführung der sogenannten geheimen Wissenschaften im wesentlichen beschäftigt zu haben. Er hat sich auch ohne jeglichen Erfolg um die Lösung der Aufgabe stark bemüht. Über das „Wie" ist hier nicht näher einzugehen. Muß es uns auch nach unseren jetzigen Anschauungen fast lächerlich erscheinen, wie ernste Männer, Staatsmänner, damals glauben konnten, daß man mit den Hilfsmitteln ihrer Zeit ein Metall beliebig in das andere verwandeln könne, — Blei in Silber, Silber oder Kupfer in Gold —, so lag das doch in den Anschauungen ihrer Zeit begründet. Gegen Ende des 17. Jahrhunderts glaubte man noch an die Lehren von PARACELSUS, es beständen nämlich alle Körper aus drei Urstoffen, erstens dem Salz als dem feuerbeständigen Rückstand, zweitens dem Quecksilber, dem sich in der Hitze verflüchtigenden, drittens aus Schwefel, dem brennbaren Prinzip. Es ist hier jedoch nicht Zeit weiter darauf einzugehen. Bei seinen Arbeiten muß sich BÖTTGER aber Vertrauen zu seinen Fähigkeiten erworben haben, denn man stellte ihm auch andere Aufgaben und brachte ihn in nahe Beziehungen zu einem Gelehrten von damals großem Ruf, dem Freiherrn VON TSCHIRNHAUSEN, einem tüchtigen Mathematiker und Physiker. Man richtete ihm ein brauchbares Laboratorium ein und überwies ihm 1705 drei junge Freiberger Bergknappen als Hilfsarbeitskräfte.

Der König hatte schon früher durch seinen Kanzler VON BEICHLING auch TSCHIRNHAUSEN und anderen Aufgaben gestellt, die durchaus nicht so chimärischer Natur waren wie die Goldherstellung. Die Tendenz dieser Aufträge ging dahin, mit Hilfe der im Lande vorkommenden Rohmaterialien aller Art, fremde Industrieerzeugnisse in Sachsen nachzuahmen oder neue Industrien ins Leben zu rufen. Trotzdem waren es Verlangen, deren Lösung weit über die Kraft eines einzelnen Menschen geht.

Ein König, oder Staatsmann, kann mit Leichtigkeit mehr verlangen, als zehn Chemiker zu leisten vermögen. Eine Aufzählung der Aufgaben befindet sich in der Anmerkung [1]).

Es kann hier auch nicht näher darauf eingegangen werden, aber zu diesen Aufgaben gehörte auch die Herstellung des damals hochgeschätzten weißen, durchsichtigen Porzellans.

Sehr bemerkenswert ist es nun, daß die Versuche nach einer neuen Richtung, die BÖTTGER zunächst im Verein mit TSCHIRNHAUSEN anstellte, sich dahin bewegten, die Zusammensetzung (die Konstitution) der Metalle und namentlich des Goldes auf einem neuen experimentablen Weg zu ergründen.

TSCHIRNHAUSEN hatte nämlich zu jener Zeit große Brennspiegel herzustellen gelernt mit Glaslinsen von bisher unerreichtem Linsendurchmesser, bis zu 50—80 cm, und metallische Hohlspiegel mit über 2 m Durchmesser neu geschaffen. Mit Hilfe der Sonnenstrahlen brachte er unter seinen Brenngläsern Metalle zum Schmelzen und Steine zum Glühen. In der Dresdner Physikalischen Sammlung bewahrt man noch die Brennspiegel und eine Gipsform auf, die er benutzte um vor vornehmen Besuchern Silber zu schmelzen, das in diese Form gegossen wurde. Die gegossene Münze erhielten die Besucher als Andenken. Weiter setzte aber TSCHIRNHAUSEN große Hoffnungen auch auf die Wirkungen der Brenngläser, weil er darin ein neues Hilfsmittel für wissenschaftliche Unter-

---

In einem Extrakt aus einem Kommissionsprotokoll im Jahre 1711 sind die Aufgaben aufgezählt, die Böttger gelöst und noch zu lösen hatte. Sie sind nicht sehr einfach, man fragte:

Was für neue Fabriken und andere Wissenschaften annoch aufzurichten u. zu prästieren rückständig?

Fol. 82 b. Die Weiße Porcellain-Fabrique,
83. Die Borax-Fabrique,
84. Die Schmelz-Tiegel-Fabrique,
ibid.: Porphyr- und Marmor-Platten, auch massive Glasstücken zu verfertigen,
85. Die neuen Schmelz-Wissenschaften, zur menagirung des Holzes,
87. Die chemischen Labores, von Aqua-fort, Regis, spirit: nitri, salis, vitrioli, Sulphur: pp.
ibid; b. Die blaue Farbe, Vitriol und Salpeter, auch Schwefel desgleichen
88. Das Salz zu sieden, zu schmelzen und zu läutern, auch die Holz-Menage bei Glashütten, Kalk u. Ziegelöfen, auch Brauhäusern zu opplicieren.
89. Einen Liquorem zur Conservation toter Körper, nicht weniger
ibid: b. Das Ultramarin; auch
90. Den Bernstein zu verfertigen.

Dresden, den 9. Sept. 1711.

(gez.) Emanuel Jacobim.



suchungen sah. Denn sie benützten die Brennspiegel des weiteren, um mit ihrer Hilfe das „innere Wesen“ der Metalle zu erforschen. M. H. Es ist nun sehr interessant, daß BÖTTGER im Laufe dieser Versuche, in planmäßiger Arbeit, zu der Erfindung des Porzellans gekommen ist. Man schmolz unter den Brennspiegeln Blei, Zinn, Silber und verwandelte Fichtenholz unter Wasser in Holzkohle. Zunächst prüfte man aber das Verhalten des Goldes, der verschiedenen Metalle, viele Gesteine, die Erze, farbige und andere Erden. Hierbei stellte nun BÖTTGER die damals neue, bemerkenswerte Tatsache fest, daß die geprüften Verbindungen in „feuerbeständige“ und in „feuerflüssige“ sich scheiden. Er ging dann weiter und prüfte die verschiedenen Körper in einem Buchenholz- oder Holzkohlenfeuer. Er fand auch, daß sie durch ihr Schmelzen durchaus nicht in ihrem „esse“ blieben, vielmehr destruierten und endlich ein neues productum hervorbrächten. Weiter fand er bei der Untersuchung der kolorierten Erden, die damals in dem gewerblichen Haushalte eine große Rolle spielten, daß einzelne ihre Farbe im Feuer veränderten, daß es aber auch weißbrennende Erden, oder wie wir heute sagen, weißbrennende Tone gäbe.

Ich habe vor einigen Jahren eine alte Handschrift in der Meißner Manufaktur aufgefunden, welche in Vergessenheit geraten war. Wie sich später hat feststellen lassen, ist sie von dem jüngsten der drei Freiberger BÖTTGERschen Bergknappen verfaßt, der von 1705 in der steten Umgebung BÖTTGERs sich befand und als Obermeister der Königlichen Porzellanmanufaktur in Meißen im Jahre 1723 starb[1]).

Beiläufig erwähne ich daß er, gleich wie BÖTTGER, früh mit 36 Jahren starb und daß von ihm 1719 gesagt wurde, obgleich er noch nicht alt wäre, schon „Befurchungen“ (Runzeln) im Gesichte und sonsten hätte. Aber ähnliches wird auch von BÖTTGER gemeldet. Im Frühjahr 1713 fiel er in eine „Phosphor“-Krankheit, wie es genannt wird, und er verlor dabei fast gänzlich das Augenlicht. Sechs Jahre später stirbt auch BÖTTGER, im Alter von 37 Jahren. Muß man als Chemiker nicht unwillkürlich da zu der Vermutung gelangen, daß die Krankheiten mehr auf Vergiftungen durch unvorsichtiges Experimentieren zu beruhen scheinen, als auf starkem Genuß von Tabak und Alkohol?

In dem erwähnten Schriftstück ist der experimentable Gang ausführlich beschrieben und kann hier nur darauf verwiesen werden.

1) Auszugsweise abgedruckt. E. ZIMMERMANN, die Erfrndung und Frühzeit des Meißner Porzellans, Berlin 1908, G. REIMER,, Beilage I, S. 317.



BÖTTGER hatte dabei gefunden, daß es weißbrennende Tone gäbe, und er benutzte zunächst einen solchen Ton, den er in der Nähe von Dresden fand, um das damals sogenannte „Delfter Gut“, auch „Holländisches Porzellan“ genannt, herzustellen. Wie es scheint, hat er diese Erfindung 1707 auf der Festung Königstein gemacht, wo er der Kriegsläufte wegen mit seinen drei Dienern ein Jahr in Sicherheit gebracht war. Das „Delfter Gut“ waren noch Tongefäße, aber mit einer leichtflüssigen Bleizinnsodaglasur. Die Fabrik, die hierauf auf Kosten des Königs errichtet wurde, bestand bis etwa 1745 in Dresden.

Aber er hatte auch einen sehr feuerbeständigen, sich weißbrennenden Ton in einem Material aus Colditz gefunden.

Der abgeschlämmte Colditzer Ton enthält:

Glühverlust	8.33 %	TiO_2	0.34
SiO_2	65.44 „	CaO	0.58
Al_2O_3	24.22 „	MgO	0.04
Fe_2O_3	0.67		99.7

Daraus berechnet sich Kaolin:

$Al_2O_3\,2SiO_2 + 2H_2O = 63\,\%$
freie SiO_2 . . . . . 36 „
Kalk, Magnesia . . 0.70 „

Er gilt auch heute noch als ein guter plastischer Steingut- und Kapsel-Ton. Mit Hilfe dieses Tones ging BÖTTGER einen Schritt weiter. Er versetzte diesen feuerbeständigen Ton mit einem Flußmittel und zwar mit geglühtem Kalksulfat. Als er das bis zur Gare brannte, erhielt er das durchscheinende weiße Porzellan.

Aber dem weißen, glasierten Porzellan ging noch das rote Steinzeug voran, welches als rotes Böttger-Porzellan bekannt ist. Es sollte die Nachahmung der Tongeschirre aus terra sigillata des Orients und Chinas sein. Er brauchte dazu ursprünglich rote Nürnberger Erde, später einen Ton aus Zwickau, und geschlämmten Lehm. Die Geschirre brannte er in geschlossenen Kapseln bis zum geschlossenen nicht mehr saugenden Scherben bei Goldschmelzhitze. Zunächst hatte das Geschirr keine Glasur, und er stellte eine schöne glatte Oberfläche her, indem er es durch Steinschneider und Polierer polieren ließ und in die Masse gravieren.

Der weiße Colditzer Ton zu dem weißen Porzellan enthält neben Eisenoxyd auch Titan. Man fand früher, daß das Porzellan sich nicht immer rein weiß brannte, deshalb setzte er gebrannten Kiesel, also Quarz, der Masse zu. Als Flußmittel nahm er kalzinierten Alabaster, Kalziumoxyd, so daß er eine feuerbeständige Erde



und den im Feuer flüssigen Kalk zu seiner Masse brauchte. Seine weiße Glasur setzte er erst aus Ton, Quarz und Borax zusammen. Dann ersetzt er den Borax durch Kalk. Es ist ein Stück nachweisliches früheres Böttger-Porzellan analysiert worden. Man fand:

SiO_2 =	62.85 %
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	32.72 „
CaO	4.00 „
Alkali	0.43 „
	100

Umgerechnet verlangt das

72.0 % $Al_2O_3\ 2SiO_2 + 2H_2O$
24.0 % Kieselsäure
4.0 % Kalziumoxyd.

Vorstehende Zusammensetzung des Porzellans verlangt aber eine hohe Temperatur (volle Weißglut) zum Gutbrand. Es mußten daher zunächst geeignete Brennöfen konstruiert werden, in denen man die hohen Hitzegrade erreichte. Die Öfen mußten aus feuerfesten Tonziegeln erbaut, und die Porzellane in feuerfeste Kapseln eingesetzt, vor dem direkten Feuer geschützt werden. Man mußte den Leuten das Brennen und das Drehen der Geschirre lehren. Das sind alles Arbeiten, die man, wenn man sie kennt, ganz für selbstverständlich hält. Sind sie erst neu zu schaffen, so erfordern sie Zeit und Scharfsinn. Auf dem Suchen nach weißbrennenden Tonen hatte BÖTTGER auch das Glück, eine weiße Erde aus einer Grube bei Schneeberg im sächsischen Erzgebirge zu erhalten. Die Grube war seit 1700 im Betrieb und lieferte die weiße geschlämmte Erde an die benachbarten Cobaltwerke, wo sie mit Cobaltoxyden geglüht, zu einer blauen Farbe verarbeitet wurde, der bekannten Smalte. Auch für gewerbliche Zwecke, als Anstreicherfarbe, befand sie sich im Handel. Diese weiße Erde war aber Kaolin; der erste Fund von Kaolinerde in Europa. Mit Hilfe dieses ausgezeichneten Rohmaterials konnte BÖTTGER auch ein schönes weißes Porzellan herstellen. Die Bezüge gehen von 1709 an und verdrängten allmählich den Colditzer Ton völlig aus der Porzellanmasse. Die geschlämmte Erde von Schneeberg enthält 94 % $Al_2O_3\ 2SiO_2 + 2H_2O$ und 5 % freie Kieselsäure. Eine jetzt verbesserte Porzellanmasse enthielt: Auer Erde = 43.4 % Colditzer T. 43.4 % Kalziumoxyd 13,2 %. Ein halbes Jahrhundert dauerte es bis in Europa weitere Fundorte von Kaolin bekannt wurden. Ich erinnere an Morl und Sennewitz bei Halle und Limoges in Frankreich, an

Passau a. d. Donau und andere und in neuerer Zeit an Zettlitz bei Karlsbad in Böhmen und den vorzüglichen China Clay aus Cornwall.

Nachdem BÖTTGER diese Vorarbeiten in angestrengter Tätigkeit erledigt hatte, machte er am 28. März 1709 die Anzeige an den König, daß es ihm gelungen wäre, ein rotes Porzellan, nach dem Vorbild der orientalischen Terra sigillata, und das weiße, durchscheinende Porzellan mit der feinsten Glasur herzustellen, welches dem chinesischen in allen Stücken gleich sei, wenn es dasselbe nicht übertreffe. Das ist bescheiden gesagt, denn tatsächlich übertrifft das europäische Porzellan das chinesische an innerem Werte. BÖTTGER legte in der Anzeige seine Absichten und seinen Lebensgang nieder und ist dieselbe zur unbefangenen Beurteilung seiner Person von großem Werte. Diese Anzeige ist wörtlich abgedruckt in DOENGES, Meißner Porzellan, s. S. 234—247.

Er erbat sich darin eine Prüfungskommission für die Ergebnisse seiner Arbeiten. Auch an diese Kommission richtete er eine Eingabe, worin er seine Ansichten ausführlich entwickelt [1]). Auf Grund der Vorträge erschien eine königliche Verordnung im Mai 1710, wonach die neuen Manufakturen auf das Königliche Schloß Albrechtsburg nach Meißen verlegt werden sollten, und am 10. Juli 1710 begann der Betrieb des neuen Werks.

BÖTTGER arbeitete in Dresden weiter. 1712 wollte er von der Oberleitung der Porzellanmanufaktur befreit sein und erbat sich eine neue Kommission, der er einen erneuten Vortrag erstattete (Beilage I). Er hatte sich auf ein neues Gebiet begeben, auf dem er in Gemeinschaft mit dem Bergrat PABST neue hüttenmännische Prozesse zu schaffen suchte. Diese Frage wird gegenwärtig von anderer Seite nachgeprüft. 1714 erfand er noch zum zweckmäßigen und sparsamen Verbrauch des Brennholzes in dem Großgewerbe, eine neue Feuerung, die unter dem Namen: „Pultfeuerung" früher viel in der deutschen Keramik angewendet wurde, ohne daß es bekannt war, von wem sie stammte, die aber als eine sehr geistreiche Lösung aufgefaßt werden muß.

Meine Herren! BÖTTGER arbeitete vor 200 Jahren unter außerordentlich ungünstigen Verhältnissen, er kannte keine Analyse, keine Wage, keine Atomgewichte und trotzdem hat er Großes erreicht. Fast die Hälfte seines Lebens verbrachte er unfreiwillig von jedem Verkehr mit der Außenwelt abgeschlossen. Das Geheimnisvolle seiner Existenz erzeugte die unbegründetsten Gerüchte in

1) Abgedruckt: DOENGES, Meißner Porzellan, 1907, Berlin MARQUARDT, siehe S. 234—247.



der breiten Öffentlichkeit und, obgleich er sich in den beiliegenden Schriftsätzen dagegen wiederholt wehrt und verteidigt, findet sich niemand, der bei seinen Lebzeiten für ihn eintritt. Die falschen Angaben gingen in die Literatur über und die Historiker schrieben sie ohne Nachprüfung ab. Wenn man die BÖTTGERschen Schriftsätze lieset und seine erfolgreichen Leistungen berücksichtigt, so muß man beinahe, trotz seiner Fehlschläge, sagen, er war ein Märtyrer seiner Wissenschaft!

Beilage I. Böttger's Schilderung an die neu eingesetzte Kommission über die ihm zugefügten Unbilden.

Ich finde mich ganz unvermögend und meine Worte zu schwach zu sein, diejenigen Freude und Zufriedenheit genugsam zu exprimiren, welche ich über dem, daß J. K. M. allergnädigst beliebt haben

pp. pp.

zu einer hohen Commißion solche Personen zu chaisiren

pp. pp.

Damit aber auch im übrigen einer hohen Commißion sowohl von allen meinen bisherigen Verrichtungen, als auch der Beschaffenheit meines Zustandes und der Verlauf der Manufaktur eine zuverlässige Nachricht überkommen möge, so habe nachfolgendes hiermit gehorsamst vorstellen wollen:

1. So bin aus keinen anderen Ursach nach Sachsen mich zu begeben bewogen worden, als nur um meine Studio zu Wittenberg zu prosequiren, allwo ich dann bei dasiger Universität inscribiret gewesen, daß aber eine so unvermutete und ganz ungerechte Arretirung meiner Person, wegen vielfältiger ganz lügenhafter und unbegründeter Beschuldigungen erdulden müssen, ist mehrenteils weltkundig; damit ich nun wegen einiger so harten Beschuldigungen nicht in die Hände meiner Feinde geraten möchte, so habe zu niemand anders als zu I. M. weltbekannten Generosität und Gnade meine Zuflucht nehmen können und mögen, wie ich dann auch den wahrhaften Effect meiner bereits festgesetzten Hoffnung wirklich empfunden, da ich nicht allein in I. M. Schutz und Protection, sondern auch dero hohe Gnade bin auch angenommen worden. Was die ungerechte Anklage meiner Feinde anbelangt, so hoffe, daß keine größere Satisfaktion und Beweis meiner Unschuld erlangen können, als daß Ihre K. M. in Preußen unter dero eigener hoher Hand in einem Briefe an des Herrn Statth. Hochfürstl. Durchlaucht und an das Hochpriestl. geh. Cons. Selbst bezeugt, daß ich an allen mir aufgebürdeten Übeltaten ganz unschuldig sei, sothane harte Beschuldigung, als Mord, Diebstahl ... haben keinen anderen Grund noch Absehen gehabt, als mich dadurch, ehe und bevor der Kreisamtmann in Wittenb. bei dem allhiesigen hohen geh. Cons. einige Anfragen tun könnte, mich in ihre Bande zu erlangen. Ob nun wohl vorbesagter Kreisamtmann alle Mittel und Wege gesucht, des ihn versprochenen Profits habhaft zu werden, und mich zu disponiren, mich wiederum nach Berlin zu begeben; es auch bereits soweit gekommen gewesen, daß auf der ganzen Route, wodurch ich zurückreisen sollte, vortreffliche Mahlzeiten bestellt wären, auch viele unterlegte Pferde und Wagen parat gestanden; so habe dennoch die Rettung und Conservation neuer Ehre allen mir promittirtem Glücke vorgezogen und bin bei meinem einmal ge-



faßten Vorsatz, in I. K. M. von Polen Protektion mich zu begeben, beständig verharrt, darnach aber kaum mit großer Mühe und Bedrohung erhalten können, daß vorbesagter Kreisamtmann mir erlauben wollen, durch eine geschickte Feder meine Notdurft an hiesigen Hof zu berichten; aus welcher wahrhaften Erzählung dann zur Genüge wird zu ersehen sein, daß ich keineswegs einer Übeltat wegen mich in hiesige Lande retiriret, sondern bloß ohne alle Furcht und Vermutuug um meine Studia prosequiren zu können, nach der Universität Wittenb. mich begeben. Was anbelangt diejenige Zeit, nach welcher ich in I. M. Schutz und Protection aufgenommen worden, so habe ich niemals zu etwas gewisses mich erklärt, sondern vielmehr meine Schwachheit und Unvollkommenheit bezeugt, da doch der meiste Teil Menschen allhier sich aus eigener Überredung persuadirt halten wollen, ob hätte ich große und fast unmögliche Dinge zu prästiren versprochen, da ich doch alle dergl. ungegründete Soupçons durch vielfältige eigenhändige Briefe von J. K. M. niederlegen kann. Dieweilen aber die ganze Welt fast glaubens gemacht worden, als müßte ich besondere Wissenschaften besitzen, so habe I. K. M. auch dieses Verdachts halber gänzlich unschuldig zu sein Mittel gefunden, sondern zur Bezeugung meiner Willfährigkeit auch dahin erklärt, daß, wenn meine Capacität würde zulänglich sein in dergleichen Wissenschaften etwas zu prästiren, ich weder Mühe, Fleiß noch Arbeit sparen wollte, mit beigefügter Bitte, daß I. K. M. mir nach dem Ausgang einer solchen Arbeit, welche so ich auszuführen noch einmal vermögend gewesen, dero Ungnade nicht zufügen wollte, wie ich denn dieser paßu anlangende mich ebenfalls durch J. K. M. eigene Hand, auch dero hohe Unterschrift und Besiegelung genugsam justificiren kann. Obwohl ich nun alle Mittel angewandt, welche zur Conservation meiner Freiheit hätte dienlich sein können, ich auch solcher von J. M. vielfältig versichert worden, so habe dennoch nunmehr bei die 11 Jahre her kaum den geringsten Effekt davon gespürt, auch zu meiner höchsten Betrübnis und nicht geringen Schaden I. M. Selbst erfahren müssen, daß andere Personen meinen Namen vielfältig gemißbraucht, und unter dem Vorwand mich von J. M. Gnade je mehr und mehr zu überzeugen, allerhand mir unwissend gewesene Sachen ausgewirkt, da doch das größte Kennzeichen I. M. Gnade würde haben sein können, wenn ich der von Gott und Rechtswegen mir zukommenden Freiheit hätte teilhaftig werden können. Da im Gegenteil ich gleich bei meiner ersten Ankunft in Dresden nebst den damaligen Oberzehndner Hl. G. Pabst in ein einziges Zimmer eingesperrt worden, worinnen mir auch fast sogar hat wollen verboten werden zur Schöpfung frischer Luft ein einziges Fenster zu öffnen. Solchergestalt daß auch vorerwähnter Hl. Oberzehnder es selbst nicht länger ausstehen können und dieserhalb Hl. Dr. Nehmitz mir zur Conversation zugegeben wurde. In solcher Custodia aber habe dann ohne Murren und Widerrede länger als 1/2 Jahr verharrt, da indessen mir durch das vielfältige Chagrin, den ich in mir selbst befunden, mein Verstand geschwächt, die Begierde und Liebe etwas Nützliches zu verrichten, erloschen und die daselbst verlorene Gesundheit mich fast incapable gemacht hat I. M. und der Welt ferner zu dienen. Ob nun dieser mein Zustand selbst augenscheinlich dargestellt, daß ich ins künftige ganz incapable würde gemacht werden, I. M. zu dienen, so hat es nach einer halbjährigen schweren Zeit endlich das Ansehen gewinnen wollen, als sollte ich in einer mehreren Freiheit teilhaftig werden, da mir dann zu meinem Behältnis angewiesen worden das hinter I. Hochfürstl. Durchlaucht Wohnung gelegene sogenannte Bünauische Haus angewiesen worden, welches seiner Situation wegen aber dergestalt beschaffen, daß



es mit Fug und Recht ein honnetes Gefängnis kann genannt werden. Zumal da mir nicht einmal erlaubt werden wollte, zur Schöpfung frischer Luft ad reraon meines Gemüts auf den Boden zu gehen u. aus dem alldort befindlichen Kapfenster sehen zu dürfen. Die übrigen Fenster aber dergestalt beschaffen gewesen, die wann es möglich sein wollen, man den Unterschied zwischen Menschen und Tieren verlernen mögen; ich habe aber auch dieses aus Liebe zu I. M. überstanden, beklage aber nichts mehr, als die edle Zeit welche so unnütz verloren gegangen, zumal da man mir so gar wenig Gelegenheit gelassen, I. M. von meinem guten Willen reelle masque darzulegen, sondern vielmehr sowohl mein Gemüt durch Zumutung fremder, unbekannter u. ganz ungewohnter Arbeit dergestalt betrübt gemacht, daß ich Lust u. Liebe verloren, so wenig für mich selbst als jemand anders etwas Nützliches zu unternehmen. Angesehen mir in besagtem Hause Niemand als Hl. Dr. N. zur Conversation und ein einziger Diener zugegeben wurde, welch letzterer aber von I. Hochfürstl. Durchlaucht mit solchem Nachdruck recommandirt worden, daß ich ihn für einen Diener zu halten, mich schämen müssen; wie er denn auch wirklich sich keineswegs als einen solchen, sondern vielmehr als meinen und vorbesagten Dr. Herrn aufgeführt und uns in seiner Dependenz gehalten. Ich aber mit meinen eigenen Händen auch fast ohne Zulassung einiger Werkzeuge die Auferbauung der Öfen und andere vielfältige Labores, so eine doch ganz unanständig gewesen, und von anderen mir immermehr zugemutet werden dürfen, verrichten müssen. Zugeschweigen daß ich sowohl Holz als Kohlen einige Stiegen täglich tragen u. also weit mehr als bei allen jenen anderen Verrichtungen mich abmatten und an meiner Gesundheit mir schaden müssen. Obschon ich nun diesfalls vielfältige Vorstellungen getan, wie ich durch solche Lebensart ganz incapable gemacht würde, I. M. dienen zu können, so habe dennoch fast bei die 2 Jahre beständig aushalten müssen, bis daß der Augenschein selbst gezeigt, daß die Schwäche meiner Natur nicht gestatten würde, dergleichen Elend länger auszustehen. Ich will aber von allen ferneren Erzählungen dessen, welches ich seit diesen letztverflossenen 11 Jahren ausstehen müssen, abstrahiren und nur mit wenigen anführen wie schädlich es gewesen, daß ich in einen so unverdienten Zustand meine Zeit zubringen müssen, daß

1., daß ich dadurch an meiner Gesundheit unersetzlichen Schaden erlitten,

2., dadurch an meiner Ehre ziemlich Abbruch empfunden, indem die Welt daher Anlaß genommen, mich unter solche Leute zu zählen, von welchen ich selbst nicht viel zu halten pflege.

3. viele Personen dadurch verleitet worden, meinen Namen zu mißbrauchen, um ihr privat-interesse zu fördern und bei I. M. Sachen auszubitten, welche mir am wenigsten bekannt gewesen;

alles unter dem Vorwand, daß was auf meinem Namen gebeten würde u. I. M. abschlagen sollte, auch in den Wahn setzen könnte, als wollte I. M. mit der gegen mich jederzeit bezeugten Gnade aufhören,

4., daß ich dadurch selbst verhindert worden, mich in der Erkenntnis Gottes und anderer Wissenschaften üben zu können.

5., derweilen ich fast als ein Non-Ens in der Welt also sein müssen, dem gemeinen Volk Anlaß u. Gelegenheit gegeben worden, von mir auf das schändlichste zu reden und zu schreiben, ich aber an keinen Ort der Justiz mich angeben dürfen um darüber gehörige Satisfaction zu fordern.

6. Daß dadurch unterschiedene Personen zu mehr Erlangung ihrer privat-Interessen veranlaßt worden, bald dieses bald jenes in meinen Namen I. M. zu promittiren, welche doch insgesamt, wenn sie in ihren privat-interessen reußiret. kein Absehen auf die Conservaon meiner Person gehabt, sondern mich vor die ihrige gern hätten sacrificiren lassen; da ich zu damaliger Zeit als ein ganz unwissendes und unschuldiges Schaf nicht hätte verrichten können, als was durch Mund und Feder fremder Personen geflossen, angesehen ich kaum die Erlaubnis gehabt, in denen von ihnen gemachten Concept oder Briefen etwas drinnen noch corrigiren zu dürfen, sondern schlechterdings entweder meinen Namen unterschreiben, oder aber ihre Concepte von Wort zu Wort abcorrigiren müssen, da sie doch alle meine dabei gemachten dubia oder Erinnerungen dergestalt zu corrigiren gewußt, daß ich als einer in Staatssachen ganz unerfahrener Mensch mich habe bezeugen lassen müssen, aus welch allen dann hervorgefloßen, daß ich meine Gesundheit ziemlichermaßen ruiniret, und also weit ungeschickter worden I. K. M. als sonst bei Unterbleibung dessen wohl hätte tun können zu dienen. Ich auch je mehr u. mehr bin verhindert worden mich zu perfectioniren sowohl in denjenigen Wissenschaften, welche mir bereits bekannt gewesen, als auch in anderen so ich noch acquiriren können, zu geschweigen den Überdruß und die Unlust, welche ich dadurch zu allerlei Arbeit bekommen, als auch daß ich meines Lebens fast gänzlich überdrüssig worden. Weil aber alles dieses Sachen sind, welche ich längst durch meine Geduld überwinden müssen, so führe auch solche um keine andere Ursache an, als E. H. Com. die präconcepte welche sie vielleicht wegen meiner Person aus dem allgemeinen Ruf mögen empfangen haben, zu benehmen. Will auch nunmehr anfangen diejenigen Ursachen zu erzählen, welche da hinderlich gewesen sind, daß die von mir inventirte neue Manuf. sich bis dato nicht in einem florißanteren Zustande befinde. Zu welchem Beweis ich dann erstlich

1. anführe, daß teils Personen vorhanden gewesen, welche vielfach I. M. zu überreden getrachtet haben, als ob solche Manuf. von gar keiner Wichtigkeit wären, und ich hierdurch nur suchte Zeit und Gelegenheit zu finden, die anderen Arcana, so mir wissend sein müßten, für mich allein zu conserviren, und I. M. und dero Lande solcher nicht teilhaftig zu machen, da doch Gott als der größte Zeuge und Richter alle menschlichen Gedanken, mir, wann es möglich sein könnte, den öffentlichen Beifall geben würde, daß nichts in meinem Herzen verborgen noch in meiner Wissenschaft beruhe, so ich nicht willig und erbötig bin, zu I. M. Diensten zu offenbaren und herzugeben. Da ich dann zu einer genügsamen Probe meine Treue, wenn ich wissen sollte, daß es nützlich und zulänglich wäre, I. M. die Probe meiner Treue darzulegen, mein eigenes Blut und Leben mit der größten Freude u. Zufriedenheit herzugeben und zu verlieren. Beklage aber, daß I. K. M. durch dergleichen unbegründete Vorstellungen irrig gemacht und verhindert worden sind, mein so redlich geführtes Absehen nicht mit mehrer Assitenz, als geschehen können, zu secundiren. Da indessen ich ja mehr und mehr betrübt und unlustig gemacht worden, in neuen Wissenschaften etwas nützliches zu unternehmen, angesehen man auch alle Mittel, welche dazu ein großes contribuiren können, wenn schon ein Wille etwas Gutes zu tun, unüberwindlich gewesen, mir gänzlich entzogen worden; indem ich weder mit Künstlern noch anderen Personen mich freimütig zu unterreden oder ihren Umgang zu gebrauchen, Gelegenheit gehabt; und obschon ich seit einem Jahre her mir eigenmächtig mehr Freiheit genommen, da nämlich auch mit vielen Künstlern und Handwerkern mich bekannt gemacht, so scheint es doch, ob wollten eine oder andere Personen sich hierüber disgoustirt zu sein befinden, da sie denn



unter diesen und jenen Vorwand mich dergleichen Freiheit wiederum zu berauben suchen, aus keinen anderen Absehen, als mich zu verhindern, capable zu sein etwas prästiren zu können, sie aber unter den Namen eines Directori sich alle meine Mühe u. Arbeit zu Nutze machen und den daraus folgenden Ruhm zu acceptiren, da doch bekannt, u. von den beiden jetzigen Directorio bestellten Personen selbst muß gestanden werden, daß sie in dergleichen Wissenschaft etwas nützliches zu prästiren sich untüchtig befinden, wieweit aber auch der Verstand u. die Kräfte solcher Personen sich nur in Nebensachen zu dieser Wissenschaft, nämlich des Debits, Choisirung guter u. tüchtiger Künstler und allen anderen erweißlich machen, ist klärlich abzunehmen usw.

Beilage II. Die Manufactur des feinen sächsischen Porcellains nebst dahin gehörigen Sachen zum Anfang betr. Eingabe von J. F. Böttger, November 1717.

So wollen Ew. Excellentin als hohe von Ihro Kgl. Maj. unserm Allergnädigsten Herrn verordnete und durch mich erbetene Herrn Commißarii in Gnaden und resp. gütigst vermerken, wenn bei diesem ersten Antrage ich zuvor Erwähnung tue, wie gegen Ihro Kgl. Maj. ich mit alleruntertänigstem Danke erkenne, daß dieselben auf mein allergehorsamstes Ersuchen, eine hohe Commißion sofort beliebet, selbige auch mit solchen Ministris besetzet, wieder welche ich nicht nur nichts zu erinnern nötig, sondern vielmehr deren erlauchtem Verstande u. unvorgreiflichen Erfahrung allerdings zuzutrauen habe, es werden dieselben den Manufactur-Affairen auf's beste zu raten und meine darüber zu eröffnenden Gedanken am aller vollkommensten zu beurteilen wissen. Es dies nun die vierte hohe Commißion, welche allerhöchst gnädig Ihro Maj. dero Manufakturen wegen auf mein allergehorsamstes Vorstellen anzuordnen beliebet. Ich habe auch an den hohen Herren Commißaries jedesmal einen rühmlichen Eifer für das hohe Interesse nebst gütigster Zuneigung, mir und denen Manufacturen wohl zustatten zu kommen, überflüssig verspüret, weiß aber nicht durch was Schicksal es endlich allemal damit so abgegangen, daß ich den vorgehabten Zweck nie in Vollkommenheit erreicht. Dagegen mir jetzt mein Herz es gleichsam zuvor saget u. mir versichert, daß ich nunmehr dasjenige nach Wunsch erhalten werde, was ich durch alle vorgehende hohe Commißioes intendiret. Nämlich die Beförderung des Kgl. interesse und des publici Nutzen, so viel beides durch die von mir erfundene neue Manufacturen, auch noch jetzt, und nach Gottes Willen künftig zu tun habende anderweite propositiones, meinem wenigen Erachten nach, möchte Commercis am meisten zu sehen. Überdies sind jene Manufacturen so beschaffen, daß sie vielen Verlag, lange Zeit, und kostbare Werkmeister erfordern und doch gegenwärtig sein müssen daß an einem benachbarten Orte ebendergleichen zu ihrem Nachteil angelegt werden; diese aber erfordern wenigen Verlag und Zeit, brauchen keine fremden und kostbaren Materialien sondern nur schlechte, im Lande befindliche Sachen; können fast mit lauter Leuten besetzt werden die um ein weniges Lohn dienen und dürfen sich nicht fürchten, daß anderer Orten dergleichen so bald aufkommen möchten, indem sie zur Zeit in ganz Europa die einzigsten sind, auch wohl bleiben werden, so lange man in hiesigen Landen gewisse Materialien in fester Hand behält und sie Fremden nicht so leicht zukommen läßt. Solchergestalt bin ich der gesicherten Meinung, daß die hiesigen Fabriken keine Nebenbuhlerin zu fürchten haben, wenn auch gleich ein — oder ander Arbeiter so etwas begriffen, desertieren und anderswo zu arbeiten anfangen wollte; in mehrer

Betrachtung, daß man hier schon zu weit voraus und von einem allererst anfangenden nicht eingeholt werden kann, auch in solchem Fall der Not nur die Ausfuhr der Materialien aus diesen Landen verbieten darf.

Zu diesen prorogatioren welche die sächsische porcellain-Werke vor anderen besitzen, kommen noch verschiedene mehrere, als daß die dabei fabrizierten Stücke den curiösen Gemütern angenehm sei und die Begierde, dergleichen zu haben, anreizen. Daß sie nicht wie Seiden- und andere Waren corruptibles und der Verwesung mit der Zeit unterworfen, im Gegenteil aber so dauerhaft sind, daß sie vom Gebrauch eher schöner als abgenutzet werden, sonst aber ein Ziemliches ausstehen können und nicht zärtlich tractiert werden dürfen, ingleichen daß man davon bestellen könne was man wolle und nur eine Zeichnung oder Modell zu übergeben habe; auch wenn etwas von dem Sortimente zerbrochen oder abgegangen, solches alsofort wieder ordonnieren u. auf's neue haben kann, welches mit dem indianischen porcellain nicht praticable, indem man nach Indien nichts commandieren darf, sondern nur nehmen muß, was ungefähr heraus gebracht wird. So ist es auch in hiesigen Landen leichter als anderswo zu embellieren, weilen hieselbsten an allerhand guten Künstlern niemals ein Abgang zu spüren, geschehen können. Wobei ich nicht in Abrede bin, daß ich dadurch ebenermaßen gesuchet, ein besseres Mittel zu erfinden, wie ich der bisherigen Last, insofern eine solche einem anderen aufgetragen werden kann, erleichtert und also zu anderen Diensten desto freier und capabler gemacht werden möchte. Ew. Excellenz können besser als jemand auf der Welt urteileu, was hierinnen zu tun, und mich bescheiden, ob von meinen Vorschlägen ein glücklicher Ausgang zu erwarten, welche davon gut oder nützlich und auf welche Weise die mir bisher allein obgelegene Arbeit und Verrichtung mit anderen zu teilen sei. Ich versichere mich von deroselben hohen penetration und Dexteritee einer soliden Determinierung und prompten Expedition aller dieser Affairen sogewiß, daß ich nicht nur glaube, wie daß Sie unter allen Ministris so ich die Ehre habe zu erkennen, am meisten Licht und Vermögen, auch Neigung besitzen, dergleichen Sachen auszumachen; sondern auch der gänzlichen Meinung bin, Ew. Exc. werden bei dieser Commißion jedes und alles in solche Wege richten, damit ich in's künftige nicht mehr nötig habe, Ihro Maj. und dero hohes Ministerium mit dergleichen Ansuchen zu behelligen, sondern den plan, welchen Ew. Exc. jetzt entwerfen und dem Wege folgen dürfe, so dieselben gütigst zu zeigen geruhen werden. In welcher ungezweifelten Zuversicht ich dann alles Ew. Exc. hohen Judicio und Anweisung, nebst mir selbsten submittiere und nur noch gehorsamst bitte, hochgeneigt zu erlauben, daß ich von der ersten Erfind- und Aufrichtung derer allhiesigen porcellain-Fabriken und deren besonderen Umstände hier in anteceßum etwas erwähnen darf. Ich suche damit nichts mehr, als Ew. Exc. nur eine vorläufige idee von denen Werken zu machen und Sie dadurch einer Mühe zu überheben welche Sie im Denken und Darnachfragen sich geben möchten. Es sind diese Werke gleichsam meine erstgeborenen Kinder und wird daher mir nicht zu verübeln sein, wenn ich selbige sowohl für mir zärtlich liebe, als bei anderen in gute estime und opinion zu setzen suche. Dabei Ew. Exc. sich nicht befahren dürfen, daß dieselben ich etwa in weitläufigen raisonnieren, was neue Manufacturen seien, wie solche aufzurichten, wie der Debit der gewonnenen Waren zu procurieren, und wie die universalen Kaufmanns-Regeln auf diese porcellaine Manufaktur insonderheit applicieret werden müssen etc. Nein, keineswegs. Ich erkenne allzu wohl, daß ich solches gegen Ew. Exc. gar nicht nötig habe, als welche alldergleichen Dinge un-

gleich besser penetrieren als ich zu sagen vermag. Zudem so habe solches bei der ersten hohen Commißion allbereits prästiret, da ich in einer besonderen Schrift meine über diese Materien hegende Unvorgreifliche Gedanken ausführlich eröffnet; sondern ich will hier, wie gedacht, mit Ew. Exc. hoher Erlaubnis nur blos von Erfindung der allhiesigen porcellaine, sofern ich darinnen der Erste hier zu Lande gewesen und keinen Vorgänger gehabt, nebst anderen dahin gehörigen Sachen und remarquablen Umständen etwas handeln, welches dazu dienen soll, daß Ew. Exc. diese Manufactur desto leichter durchsehen und beurteilen können.

Solchem nach nehme daher, daß die sächsische porcellaine ganz von Neuem erfunden worden, Anlaß zu behaupten, daß ihnen ihr Lob und estime nicht versagt werden könne, sintemalen wie bekannt, es keine leichte Sache, sondern die schwerste von der Welt ist, etwas ganz Neues zu erfinden und an den Tag zu bringen. Die Tone, Letten, Erden und Gesteine in dem hiesigen Erzgebirge haben Jedermann zu allen Zeiten vor Augen gelegen. Es hat auch eben nicht an Leuten gefehlt, die aus einem Teil derselben etwas zu machen gesucht, als da die Töpfer allhier sich darum bekümmert und dadurch mit ihren Stubenöfen andere übertroffen; item da man im Gebirge gewisse weiße Erden zum Anstreichen der Wände, auch bei den blauen Farben zu gebrauchen gelernt hat. Allein die meisten Materialien von dieser Natur sind doch bis jetzt unbrauchbar liegen geblieben und von keinem Menschen zu einem considerablen Gebrauch employret worden, geschweige daß sich Jemand in den Sinn kommen lassen, eine Ware daraus zu machen, die man bisher allein aus Indien mit großen Kosten geholt. Und jetzt, da man nicht mehr zweifelt, daß aus hiesigen Landesmaterialien porcellain verfertigt wird, auch vielleicht mancher glaubt, daß er es wohl nachmachen könne, bleibt doch nichts destoweniger die invention an — und vor sich selbsten in besonderen Werte, weil vorher Niemand darauf gedacht, noch sich bemühet, aus so geringen Sachen als Erde und Ton ist, etwas, so Geldeswert, zu effectuieren. Ja nicht einmal das gemeine schlechte porcellain, das sonst hier und da in der Fremde fabriziert wird hat man in hiesigen Landen nachzumachen gesucht; bis ich vor 9 Jahren zuerst damit den Anfang gemacht und gezeigt, daß die Materialien dazu hier bei der Stadt Dresden sowohl als im ganzen Lande überall häufig anzutreffen sind und daher hierselbst dergleichen Fabriken zum wenigsten ebenso nützlich angelegt werden könne, als an einem Orte wo man die Tone von weither anführen muß; wie zu Delpht in Holland und anderswo geschieht.

Es entsteht ohne Zweifel diese Seltenheit der neuen Erfindungen auch daher, weil man insgemein sich zu sehr durch die präjudicia daran hindern läßt, indem man glaubt, daß die Alten mehr Verstand dazu gehabt als die Menschen heutigen Tags besitzen, oder daß gewisse Sachen nur für gewisse Länder und nicht für Alle gehören; als die Galanteriewaren für Frankreich; die kostbaren Uhren und Laken für England; die gute Leinwand für Holland und in specie das porcellaine-Machen für Ostindien, weil die Natur selbst diesen Ländern solches vorbehalten und zu geeignet. Durch solche Vorurteile nun werden auch sonst gute ingenia gehindert. daß sie nicht einmal die Gedanken fassen, etwas neues zu suchen und daher geschieht es, daß von den inventoribus solcher Dinge, so ganz neu und originell, und nicht nachgemacht oder copiert sind, alle hundert Jahre kaum und nicht einmal kaum einer gesehen wird, wie das Exempel des Columbi zeigt, da inmittelst der gemeinste Haufe der Künstler sich behilft mit Nachahm — oder Verbesserung dessen, was vorlängst erfunden worden. Daß aber eine neue Erfindung, wenn sie

einmal bekannt gemacht ist, insgemein nicht mehr sonderlich estimieret wird, daran darf man sich nicht kehren. Denn obgleich jetziger Zeit Z. E. die Fahrt nach der neuen Welt sehr bekannt ist, und von gemeinen Schiffsleuten practiciret wird, so geht doch bei Verständigen dadurch dem ersten Erfinder Columbo an seinem Ruhme nichts ab, weil vor ihm dergleichen Erfindung Niemand in's Werk gerichtet, auch zu seiner Zeit die Sache den klügsten Leuten unmöglich geschienen, sodaß ihm Niemand mit gutem Rate beigestanden, sondern er alles für sich selbst überlegen und entreprenieren müssen, wozu ohne Zweifel eine große fermetee gehört hat.

Wenn ich nun hoffe es werde die Erfindung der porcellaine auch daher, daß sie ganz neu und ohne Anführer erfolget, einige estime meritieren, so füge weiter hinzu, daß diese estime soviel größer sein müsse, je geringer die Materialien sind, welche hierzu gebraucht werden. Eine Silber- und Goldmanufaktur wird nicht unbillig für sehr considerable geachtet und in ihrem Werte gelassen, allein wenn man bedenkt, so consumiret dieselbe das allernützlichste metall, welches als die Seele und das Leben bei allen Commercis und im ganzen Lande gehalten wird. Eben dieses ist ceteris paribus auch von Sammt- und Seiden- und allen solchen Manufacturen zu verstehen, wo man viel Geld aus dem Lande schicken muß ehe man die nötigen Materialien herein bekommt. Allein bei der porcellaine Manufactur ist dergleichen nicht zu befürchten, weil die hierbei dienlichen Materialien so geringe geachtet werden, daß man sie mit Füßen tritt und gewöhnlich mehr nicht als ein geringes Graber- und Fuhrlohn kosten. Gleichwohl werden aber Sachen daraus verfertigt, die da fremdes Geld in's Land ziehen u. was sonst dafür anderweits geschickt worden, darinnen erhalten; welches präcise dasjenige ist, worauf bei den wenn ihnen nur Arbeit und Verdienst gegeben wird. Zum Vertrieb der Waren gibt das benachbarte Leipzig mit seinen Messen auf die beste Gelegenheit, wiewohl daran bisher kein Mangel, aber wohl öfters an den Waren selbst erschienen, weil man die Committenten nicht jedesmal nach Begehren versorgen und accommodieren können. Endlich sind dergleichen Fabriken auch glorieuses und nützlich für das Land, da sie zuerst erfunden und etabliert werden, wie man unter vielen Exempeln jetzt an der Stadt Magdeburg sehen kann, wo gewisse Fremdlinge nur dem Ansehen nach schlechte Tabaks-Manufakturen aufgerichtet, welche aber der Stadt so nützlich gefallen, daß dadurch der meisten Armut Unterhalt verschafft worden; außerdem aber ist ohne Widerspruch, daß es einem Lande rühmlich sei, wenn darinnen etwas Neues und Gutes erfunden u. in's Werk gerichtet wird. Gleichwie auch insonderheit einem großen Herrn nicht zu verübeln, wenn er bei seiner Regierungslast zuweilen ein divertissement sucht und es sich etwas kosten läßet, also ist eine neue Fabrik auch blos deswegen zu estimieren, wenn sie dem Landesherrn gefällt und Vergnügung bringt. Da nun die Manufactur des guten porcellains bisher dieses Glück gehabt, daß sie von dem allergnädigsten Landesvater beständig estimirt und erhalten worden. (außer welchem sie wegen vieler Fatalitäten vielleicht längsten untergehen müssen) so ist an deren Werte umso viel weniger zu zweifeln, noch zu besserer recommendation etwas weiter anzuführen, gestaltsam Ihro Kgl. Maj. dadurch, daß sie dieses Werk, aller Hindernisse ungeachtet, beständig conserviret, genugsam zu erkennen gegeben. Daß man mit neuen Werken, wie mit jungen Kindern, Geduld haben, und die ihnen zustoßende Gebrechlichkeiten solange übersehen muß, bis sie mehrere Consistenz erlangt und für sich selbst stehen und gehen gelernt. Wer weiß, wie lange Indien porcellaine verfertigt hat, ehe es uns die schönen Stücke, so Ihro Maj. in dero



Palaste zu Alt-Dresden haben, liefern können? Wer kann alle Fatalitäten und Hindernisse vorher sehen u. ablehnen, zumal in Sachen dawieder alle Zeit Difficultäten gemacht werden können, man stelle sie so gut an als man wolle? Wenn derjenige, so zuerst die Mahlmühlen inventiret u. angegeben, durch diese difficultäten, daß gleichwohl das Getreide zwischen zwei Steinen sollte zerrieben werden, wodurch notwendig auch von den Steinen selbst etwas abgehen, unter das Mehl kommen u. mit gegessen werden müsse, wodurch dann die Menschen Steinschmerzen u. anderes Ungemach empfinden könnten, sich hätten wollen abschrecken lassen, der würde von seiner guten invention abstehen lassen müssen. Außer u. benebst der Hindernisse der subtilen difficultäten finden sich noch diese, daß gewisse Personen zu nichts raten oder helfen wollen, als wovon sie ihren Privatnutzen gleich vor Augen sehen u. stündlich percibiren können, nicht betrachtend, daß der Sämann ein ganzes Jahr warten müsse, ehe er ernten könne. Ferner daß wiederum andere so glorieuse sein, daß sie nichts gelten lassen, es sei auch so gut es wolle, was da nicht durch ihren, sondern einen fremden Canal hergeflossen kommt, auch sonst keinen Menschen gebraucht wissen wollen, der nicht von ihren Creaturen ist;

pp. pp.

Wie aber bei einem patienten, wenn die Cur wohl angestellt werden soll, vor allen Dingen nötig ist, daß er sein Malum offenbare u. von sich sage, also will ich auch hier von den Mängeln u. Gebrechen, woran diese Manufaktur laboriret, den Anfang machen; bestehen solche in folgenden,

1. Erstlich daß ich im Anfange selbst der benötigten Materialen mich nicht sofort kundig machen noch wissen können, an welchen Orten solche in quantität anzutreffen, und wie eine jede Sorte zu traktieren, sondern ich habe solches alles zuvor erforschen und die ersten Proben mit einer einzigen Materie machen müssen, wodurch dann, wie leicht zu erachten, viele Zeit nebst ziemlichen Unkosten, zumal wenn ich expreß Abgeordnete deswegen geschickt, verwendet worden und draufgegangen. Hierzu kommt, daß ich nicht selbst in Meißen, wohin dieses Werk bereits vor sieben Jahren verlegt worden, beständig zugegen sein können, sondern mich auf andere Capacität und getane rapports verlassen müssen; woran ich jedoch öfters viel zu desideriren gefunden. Gestaltsam diese Personen und Arbeiter zum anderen damals wenig abgerichtet gewesen und weder Erfahrung noch Geschicklichkeit genug gehabt. Ich habe also viel Zeit und Mühe angewendet, um solche Leute in dieser neuen Arbeit zu unterrichten.

pp. pp.

Drittens, eine Reibemühle, welche zu den Glasuren unentbehrlich und bei diesem Werke so wenig gemißet werden kann, als auf dem porcellain die Glasur selbst. Und muß ich hier insonderheit Erwähnung tun, daß ich zwar vor sieben Jahren, mit großen Kosten, bei der Steinbackerei zu Altdresden eine gute Reibemühle in Stand richten lassen. Es hat aber vor ungefähr vier Jahren der Fourrier bei dem Corps der Cadetten, Namens Johann Gottfried Lehnert, dasjenige Haus, so ich zur ermelder Steinbackerei gemietet, käuflich an sich gebracht, und darauf, ohne mein Vorwissen, besagte Reibemühle totaliter vernichtet, wodurch dann nicht nur ich um alle darauf gewendete Kosten gebracht, sondern, welches das vornehmste, der Fabrique zu Meißen solchen Schaden zugezogen worden, der mit etlichen 1000 Taler nicht zu bezahlen, indem das Werk wegen Mangel der Glasur in geraumer Zeit nicht gefördert werden können, auch noch längere Zeit würde haben still stehen müssen, wenn nicht der allhiesige Hoftöpfer mir dann und wann



seine Gläthe-Mühle vergönnt, womit ich aber auch, weil ich hierinnen nichts zu befehlen gehabt, nicht allemal nach Wunsch und Notdurft gefördert worden.

pp. pp.

So daß ich inzwischen die unentbehrlichsten Glasuren, wie gedacht, anderwärts mit vieler Beschwerlichkeit reiben und nach Meißen schicken; hier aber auch diesen Hauptdefekt gebührend mit vorstellen müssen.

Daneben hat es noch
an einem sehr nötigen Stücke, nämlich an Öfen von gehöriger Größe, oder vielmehr an einem Gebäude, worinnen solche aufgerichtet werden mögen, bisher gefehlt, und folglich ist der porcellain-Fabrique dadurch ein großes abgegangen, indem man weder eine erkleckliche Anzahl von Geschirren auf einmal, noch ziemlich große Stücke brennen, noch auch die rohen Gefäße gehörig verglühen können, sondern gezwungen gewesen, es bei den kleineren Öfen verbleiben zu lassen. Nun ist mein Feuer dergestalt beschaffen, daß es sogleich seine Force in einem vehementen Grade zeiget, welchen aber das rohe Geschirr nicht vertragen mag und daher fast zum dritten Teile verloren geht. Bei welchem Umstande es schwer, will nicht sagen unmöglich fällt, richtige Buchhalterei zu führen und die Taxam.

pp. pp.

Zum Fünften, daß ich das zum Brennen der porcellaine benötigte lange Holz in Meißen nicht haben können, sondern es mit schweren Kosten von hier dorthin schaffen müssen.

pp. pp.

Hernach ist auch
Sechstens, als eine unvermutete Hindernis anzusehen gewesen, daß als im 1712. Jahre das weiße gute porcellain angegangen, auf der allhiesigen Glashütte ein sogenannter Stuhlarbeiter Teegefäße von Glas verfertigt, mit allerhand Farben geziert und für Dresdnisch porcellain ausgegeben, wodurch dann das veritable porcellain bei Leuten, die es noch nicht gesehen oder verstanden, eine zeitlang decreditiret bleiben müssen.

Inmittelst hat es auch
Gott gefallen, mich eine geraume Zeit her mit Leibesschwachheit heimzusuchen, wodurch ich dann ebenfalls in vielem gehindert worden.

pp. pp.

Wie nun
Achtens, ich angeregtermaßen teils wegen Unpäßlichkeit, teils aus anderen Ursachen, nicht oft genug zu Meißen gewärtig sein, noch wegen Widerspenstigkeit der Arbeiter, die keine Superieurs leiden wollten, jemanden an meine Statt zur Erhaltung guter Disziplin alle Zeit gebrauchen können, so ist es geschehen, daß die Leute in den letzten Jahren meißtenteils ohne Aufsicht und Commando gelebt.

pp. pp.

So sind auch
Neuntens, gewisse Materialien nicht allemal nach Wunsch zu haben. Welches ich insonderheit von einer gebirgischen weißen Erde gedenken muß die ich von einem Namens Johann Enoch Schnorr von Schneeberg bisher gekauft. Und ob ich solche wohl teuer genug bezahle, so werde ich doch nicht recht damit gefördert, sondern muß öfters warten und mit des Verkäufers Entschuldigung vorlieb nehmen, wenn er bald mit seinen Leuten und Pferden nicht Zeit hat, wenn er verreist gewesen oder vorgibt, daß er erst die Wässer aus dem Gebäude bewältigen müsse, oder





daß er seine Erde besser nützen könne, wenn er Haarpuder drausmache und dergleichen mehr.

pp. pp.

Ferner und

Zehntens, haben gewisse Personen aus Privatabsichten und damit die Fabrique in decadence geraten möchte, mir eine sichere Materiam entziehen wollen, welche ich also mit vielen Kosten anderweit suchen und daher auch dieses pro gravamine hier gehorsamst anführen müssen. Endlich

Elftens hat hauptsächlich mit gehindert, daß den Arbeitern, von der Zeit, da selbige nicht mehr durch mich bezahlet worden, ihr Lohn nicht allemal zu rechter Zeit entrichtet worden.

pp. pp.

Dresden, am 9. November 1717.

Zur Geschichte der Pottasche und ihres Namens.

Von MAX SPETER-Berlin.

Um einem in neuester Zeit, selbst in chemisch-historischen Fachblättern auftretenden Irrtume zu begegnen, daß zwischen der Bezeichnung „Pottasche“ und dem Chemiker POTT ein Zusammenhang bestehe, machte E. O. VON LIPPMANN diese Frage in einer gehaltvollen historischen Untersuchung zum Gegenstand einer eingehenden Betrachtung [1]). Nachdem er nachgewiesen, daß die Geschichte der Pottasche an keiner Stelle auf den erwähnten POTT zurückführe, schließt er aus der Angabe PLINIUS' über die Art der Verpackung des ägyptischen Nitrons (einer mehr oder weniger unreinen Soda) in verpichten Krügen, die durch die Zerfließlichkeit dieses Salzes bedingt wurde, daß offenbar auch für die im Verlaufe des Mittelalters als Rohstoff der Glasmacher und Färber immer wichtiger werdende Holzasche eine solche Art der Versendung in Gebrauch gekommen sei und daß dann aus dem Worte pod, pott usw. die Bezeichnung „pottasche“ entstanden sein müsse. Danzig, der Mittelpunkt des Holzhandels und der Holzausfuhr bildete auch einen wichtigen Handelspunkt für die Holzasche, ein Gegenstand, „den schon die alten Akten der Hansa als „Potasche“ verzeichnen, für diesen Namen gab entweder die Art der Verpackung allein den Ausschlag, oder vielleicht auch jene der Herstellung, die (namentlich für die reineren, einen weiten Transport besser lohnenden Sorten) durch Einkochen aus Rohasche gewonnener Lauge in kleinen Töpfen, später auch in großen Kesseln, erfolgte“. Die in niederdeutscher Sprache und angeblich vor 1450 abgefaßten „Bewährten chymischen Tractate“ des sog. ISAAC HOLLANDUS erwähnten die Pottasche mehrmals, und im 16. Jahrhundert sei das Wort auch schon in Frankreich nachgewiesen, wo „du pottas“ z. B. in einer unter dem Namen „Texte de Liège“ gehenden Schrift von 1577 als etwas Wohlbekanntes aufgeführt werde. Mittelalterliche lateinische Werke gebrauchten für Pottasche häufig den Ausdruck „Cineres clavellati“. Im Verlaufe des 18. Jahrhunderts fände man in der ausgebreiteten Literatur über Pottaschebrennerei, wo immer über die Herkunft des Namens Pottasche die Rede sei, Erklärungen,

die allein auf die Benutzung von Töpfen zur Verpackung Bezug nähmen. Das Wort „Potassinum" für „Gewächsalkali" (mit nur einem t) hätte BERGMAN „um 1770?" zuerst gebraucht [2]).

Diesen interessanten Darlegungen LIPPMANNS hielt O. N. WITT in seinen, durch keine historischen Daten belegten Ausführungen [3]) die Ansicht entgegen, wonach die Bezeichnung „Pottasche" daraus entstanden sein müsse, daß die in den Haushaltungen abfallende Holzasche in Holzgefäßen gesammelt wurde, wo sie dann mit Wasser ausgelaugt werden konnte. Aus der Bezeichnung der zum Sammeln und Auslaugen der Holzasche dienenden Holzgefäße mit „pott" u. dergl. wäre dann der Name gebildet worden.

In einer „Zuschrift" an die Chemiker-Zeitung [4]) teilt H. REISENEGGER (im Anschluß an die beiden vorhergehenden Autoren) aus einem „Curieusen etc. Lexikon" [5]), den Artikel über Pottasche wörtlich mit, ohne aber irgend welche Betrachtungen daran zu knüpfen. Nach diesem Zitate „besteht die Pott-Asche ... aus einem ... Salze, das anfangs aus denen Tauben oder Clauellis dererjenigen Potten und Fässer, worinnen die Weid-Asche kommt, gemacht und derowegen Cineres clavellati oder Pott-Asche genennet worden ist."

B. KÖNIG endlich ist der Ansicht [6]), daß die Bezeichnung „Pottasche" von der Benennung der Auslaugegefäße, die in allen Sprachen dieselbe Sprachwurzel „pot" oder „put" aufweist, gebildet worden sei. Der Umstand, „daß die Asche reichlich unter dem Familienkochtopf am Herde abfiel, dieser Topf aber wieder in allen in Betracht kommenden Sprachen die Wurzel „pot" enthielt, konnte nur in hohem Maße die allgemeine Verbreitung des Wortes Pottasche fördern."

Wenn wir die Ansichten der erwähnten Autoren einander gegenüberstellen, so bemerken wir ohne weiteres, daß sie völlig auseinandergehen. Die von WITT und KÖNIG vertretenen Meinungen kommen einander sehr wohl nahe; beide aber sind viel zu wenig auf umfangreiches und feststehendes Material basiert, als daß sie Anspruch auf objektive Richtigkeit erheben könnten. Die Darlegungen LIPPMANN's sind nach ihren Beweisstellen scheinbar die richtigsten und einleuchtendsten. Bei gründlichem Nachforschen ergibt sich jedoch die überraschende Tatsache, daß diese Beweisstellen nicht stichhaltig sind und daß damit auch LIPPMANN's Ableitungen über die Herkunft der Bezeichnung „Pottasche" hinfällig werden. Einzig und allein in dem von REISENEGGER (allerdings völlig kritiklos!) mitgeteilten Zitat liegt der Keim zu einer richtigen Erklärung. Verfolgen wir nun die Geschichte der Holzasche und ihrer ver-

schiedenen Varietäten, wobei sich Gelegenheit ergeben wird, die Ansichten der oben erwähnten Autoren entsprechend zu beleuchten.

Danzig und Riga waren die beiden Haupthandels- und Stapelplätze für die aus Rußland, Polen, Litauen und Ungarn kommenden Aschen. Die hanseatischen Urkunden dieser beiden Städte sind für die Geschichte der Holzasche äußerst wertvoll [7]). Auch aus dem Werke THEODOR HIRSCH's: Danzigs Handels- und Gewerbsgeschichte unter der Herrschaft des Deutschen Ordens" [8]) lassen sich viele zweckdienliche Gesichtspunkte gewinnen. Nach den Angaben [9]) dieses Autors, wurde die Asche aus den Waldungen, in denen sie fabriziert wurde, in losen Haufen auf Kähnen oder Flößen hinuntergebracht. Die Städte in Polen wurden im Jahre 1404 aufgefordert, diese von ihnen fabrizierte lose Asche mit einem Zeichen ihres Ursprungs zu versehen. In Thorn wurde dann die Polnische, in Kneiphof-Königsberg die Litauische Asche in Tonnen gefüllt und dabei gebrackt d. h. mit einem Zeichen über die Qualität der Asche versehen. Obgleich alle von auswärts in Danzig ankommende Asche bereits gebrackt war, so gab es nachweislich seit 1429 einen bestellten Aschbracker, dessen Aufgabe darin bestand, die im Binnenland fabrizierte und in Danzig ankommende Asche zu bracken, ferner als Sachverständiger bei allen Untersuchungen über verfälschte Asche sein Zeugnis abzugeben und endlich den Aschenspeicher, in welchem alle eingebrachte Asche bis zur Ausfuhr oder zum Verbrauche aufbewahrt wurde, zu beaufsichtigen. Nach dem Muster der Thorner Aschenfässer sollten in ganz Preußen solche angefertigt werden.

In diesen alten Akten der Hansestadt Danzig findet sich nirgends die Bezeichnung „pottasche". Es immer von „asche" die Rede. Hie und da tauchen Ausdrücke, wie „aschen soltes" (Aschensalz) [10]), „vorbrand solc" [11]), „vorbrant solc" auf, womit unsere „Pottasche" gemeint sein muß. Die rohe Holzasche wurde nämlich damals, um sie zu verbessern, in eisernen Gefäßen gebrannt, bis sie ihre schwarze Farbe größtenteils verloren hatte. Erst im Jahre 1430 ist der Ausdruck „Pottasche" anzutreffen, und zwar in einem Briefe [12]) der Stadt Reval an Dorpat; dafür hat aber der Rezeß des Städtetages zu Pernau wieder die Bezeichnung „aschensalte" [13]) gesetzt. In der von König STEPHAN BÁTHORY von Polen, für Riga am 14. Januar 1581 erlassenen „Taxa portorii regii Rigensis" ist folgende Einteilung der verschiedenen Aschenarten. 1. Genus cineris quod vulgo Spiegelasche vocatur, 2. cinis decem ligaminum aut boll dictus, 3. sex ligaminum, 4. deterioris valoris vulgo Bollwrak,



5. pessimi valoris, 6. tonna cineris praestantissimi, quem vocant Topasche (sic!). In gleichzeitiger deutscher Übersetzung: 1. Spiegelasche, 2. Zehenbandtasche, 3. Sechs oder Kleinbandtasche, 4. Bollenwrack, 5. Kleinbandwrack, 6. Ein Tonne Pottasche (auch Potasche)[14]. In einer „Notitia“[15] aus dem 16. Jahrhundert ist, neben „Weyde-Asche“, die „Potasche“ in wallachische, polnische und kassubische eingeteilt. Es ist da bemerkt, daß „Die Wehdeasche wird gebrackt, die Potasche aber Nicht“ und ferner vom „Potasch-Usus“, daß sie zu „Seiffe gebrauchet“ und daß „damit gefärbet“ wird.

LIPPMANN[1] erwähnt, daß die Bezeichnung „Potasche“ schon im 16. Jahrhundert in Frankreich nachweisbar sei, „wo ‚du pottas‘ z. B. in einer unter dem Namen „Texte de Liège“ gehenden Schrift von 1577 als etwas Wohlbekanntes aufgeführt wird.“ Seine Quelle ist hier das 1902 vollendete „Etymologische Wörterbuch“ der französischen Sprache von HATZFELDT und DARMESTETER. Letztere folgten wiederum dem „Dictionnaire de l'ancienne langue Française“[16] von FRÉDERIC GODEFROY. Bei diesem ist auch das Jahr 1577 als der Zeitpunkt des erstmaligen Vorkommens für den Ausdruck „du pottas“ angegeben. Als Quelle ist aber nicht „Texte de Liège“, sondern „Ch. et privil. des XXXII mét de la cité de Liège“, angeführt. Nach mühevollem Nachforschen gelang es das letztere Quellenwerk ausfindig zu machen.[17] Die fragliche Stelle ist in den Chartes et Privileges Du bon Métier des Flockeniers de la Cité, Franchise, & Banlieuë de Liège, de l'an 1639 pour lors Gille du Paky Gouverneur dudit Metier, annexé à celui des Chandelons“[18] zweimal zu finden. Wie hieraus zu ersehen, ist nicht das Jahr 1577 sondern 1639 als der Zeitpunkt anzusehen, wo „potas“ in der französischen Sprache zum ersten Male nachweisbar ist. Der GODEFROY (mit ihm HATZFELD-DARMESTETER-LIPPMANN) unterlaufene Irrtum ist unverständlich.

Nirgends ist bei den erwähnten Stellen über das Vorkommen der Bezeichnung „Pottasche“ eine Erklärung zu finden, was darunter verstanden werden sollte bzw. wie dieses Produkt hergestellt wurde. Erst bei dem berühmten JOACHIM JUNGIUS, dem Vorläufer BOYLÉS in der Definierung des Elementenbegriffes, ist eine präzise Erklärung und damit eine unzweideutige Beantwortung der umstrittenen Frage über die Herleitung des Namens „Pottasche“ anzutreffen. In den 1662 von einem seiner Schüler namens VOGEL herausgegebenen „Doxoscopiae physicae“[19], die JUNGIUS etwa 30 Jahre früher geschrieben hatte, ist die Stelle zu finden:

„Sali Tartari naturà vicinus es Sal Cinerum Clavellatorum



(Potasch) ita dictus qoud e clavellis doliorum sive cadorum Cinere infectorio refertorum fiat.

Infectorium Cinerem voco qui ex certis Arboribus combustis oritur, & magnâ copiâ advehitur in usum Artificum, qui pannos coloribus & praesertim Isatide inficiunt, item qui Saponem viridem parant, Germanis Waidasch dicitur.

Clavellae istae ex Ligno Querno confectae sunt, & longi temporis tractu tenuioribus & acrioribus Cineris istiius aut Salis in Cineribus latitantis partibus impraegnatae, insuper proprio Sale gravidae. Si in foco comburantur, Salem Plumbi instar effluentem praebent, quo itidem Saponarii & alii Artifices utuntur Admodum detersivus ist."

Im „Scholion" von Abschnitt IV ist dann weiter erklärt:

„Alius Sal e Cineribus aqua affusa extrahitur sive eluitur: Sal Calios vero, sicut & Sal Cinerum clavellatorum, proxime fit ex re combusta, & tamen uterque totus in aqua solubilis est."

In den Anmerkungen des Herausgebers VOGEL, wo häufig Notizen JUNGIUS' Platz gefunden haben, ist in den „Annotationes Speciales Ad Partis II Sectionem II De Speciebus Similarium. XXVIII De Cap. XII Assertionis IV Scholio" noch folgendes ergänzt:

„Ex Scheda, quae inscribitur Soda, & ad Titulum Salis Alkali in Mineralibus quaerendum, Lectorem remittit. Complectitur haec:

Videtur medium sive ambiguum quid esse inter Cinerem & Salem, sicut etiam Cinis Clavellatus (hoc est, qui fit e Clavellis Vasorum Cineres Infectorios continentium).

Nam cinis est, quia proxime fit ex re Combusta, sc. Anthyllide, vel Clavellis (Stäbe), cum alius Sal e. C. a. a. e. f. e.

Sal est, quia totus in aqua solubilis est."

Die Aufschlüsse, die uns JUNGIUS über die Herstellung der „Potasche" gibt, sind äußerst interessant. Die Fässer oder „Poten", in denen „Weide-Asche" verpackt worden, die sich dann mit den feineren und ätzenden Bestandteilen jener Asche imprägniert haben sollten, wurden einfach verbrannt, wobei sie ein wie Blei fließendes Salz lieferten. Da die Dauben oder „Stäbe" des Fasses „Clavelli" hießen, bildete sich der Name „Cineres clavellati" [21]); da das Salz aus verbrannten Fässern oder „Potten" erhalten worden, wurde diese Asche eben „Pottasche" genannt. Daß diese Art der Herstellung von Pottasche auch tatsächlich ausgeübt wurde, bezeugt uns noch Ende des 18. Jahrhunderts ein Doktor Lampe in Danzig, in seiner Abhandlung [20]): Von den Waidaschen überhaupt und besonders



von der Danziger Waidasche oder Cassubasche: „Cineres clauellati; im eigentlichen Sinne nennt man aber nur diejenige der kalzinierten Pottaschen so, welche aus den Stäben der Drusenaschfässer bereitet wird. Ehedem hielt man diese für besser, und setzte sie gleich hinter die Drusenasche, von deren vorgeblich besserem Alkali sie noch einen Teil besitzen sollte."

Die einleuchtende und unzweifelhaft richtige Erklärung JUNGIUS' ist das älteste und erste Dokument, das bei Eutscheidung der Frage über die Herkunft der Bezeichnung „Pottasche" ausschlaggebend ist. Sie wurde von einem der bedeutendsten Männer seiner Zeit gegeben, gerade dann, als man die erwähnte Art der Herstellung von Pottasche ausübte. Das Verfahren war durchaus kein rationelles und wurde dann bald auch fast ganz verlassen, umso mehr, als man erkannte, daß man aus der Holzasche durch Extraktion und Eindampfen der Lauge ein ebensolches Produkt erhalten konnte [29]). Die Bezeichnung blieb aber auch für das auf solche Weise erhaltene Salz bestehen.

Bei dem Umstande, daß die im JUNGIUS'schen Werke gegebene Erklärung der Mit- und Nachwelt verborgen blieb, einesteils weil die „Doxoscopiae physicae" überhaupt fast ganz unbekannt blieben, andernteils weil man in einem solchen Werk Aufklärungen über eine derartige Frage nicht ohne weiteres erwarten konnte, ist es dann verständlich, daß die Erklärungen über die Herkunft des Wortes „Pottasche" in der folgenden Zeit in irriger Weise auseinander gehen mußten. Es ist interessant den verschiedenen Autoren zu folgen.

In dem klassischen Werkchen über Glasmacherkunst von ANTONIUS NERI gibt der Herausgeber CH. MERRET [22]) in seinen Anmerkungen und Zusätzen folgende Erklärung: „Atque huic Chymici cineres clavellatos denominasse videntur, quasi clavolatos, à clavola, qua de re Varro l. I de re rust. c. 40. In oleaginis seminibus videndum ut sit de tenero ramo ex utraque parte aequabiliter praecisum, quos alii clavolas, alii taleas apellant & faciunt circiter pedales. Ubi clavolam interpretatur tenerum ramum. Nonus legit Clavula, eamque definit esse resectionem ligni, Id certum est Clavolam vel Clavulam descendere à clava, quae vox Anglicum Club sonat" [23]). Damit hat aber MERRET offenbar nur den Ausdruck „cineres clavellati" erklären wollen. Diese Asche ist ihm nicht gleichbedeutend mit Pottasche. Denn später [24]) nennt er letztere „cineres ollares."



Der Übersetzer des NERI-MERRET'schen Werkes, FRIEDRICH GEISZLER[25]) schreibt „Poth-Asche", hält aber Soda mit dieser für identisch[26]). KUNCKEL, der die NERI-MERRET'sche Schrift fast zu gleicher Zeit übersetzte[27]), wendet sich in seinen Anmerkungen gegen diese Begriffsverwirrung. Die Art und Weise wie er GEISZLER dessen Irrtum klar macht, ist so drastisch, daß sie angeführt zu werden verdient[28]). In seinen Zusätzen beschreibt er als erster, wie man Pottasche aus allen möglichen Materialien in Deutschland herstellen könne[29]).

Im 18. Jahrhundert beginnt bereits bei den Versuchen, die Bezeichnung „Pottasche" etymologisch und begrifflich zu erklären, die Verwirrung. SOMMERHOFF[30]) wirft, wie die meisten Autoren jener Zeit, alles durcheinander. Er bringt auch die alchymistischen Zeichen für Pottasche zur Darstellung[31]). Daß, „wo immer über die Herkunft des Namens Pottasche die Rede ist, die Erklärungen allein Bezug auf die Benutzung von Töpfen zur Verpackung nehmen"[1]), wie LIPPMANN meint, ist aber nicht der Fall. Man vergleiche die Angaben bei JACOBSSON[32]), ADELUNG[33]) usw., wo der Name „Pottasche" davon hergeleitet wird, daß die Extraktionslauge in eisernen Kesseln abgedampft und geglüht wurde. Diese Erklärung ging übrigens auch in das Grimm'sche Wörterbuch[34]) über.

Es ist unzweifelhaft, daß die Frage nach der Herkunft des Wortes Pottasche auf Grund der JUNGIUS'schen Erklärung eindeutig und sicher beantwortet ist. Außer dem von REISENEGGER[5]) angeführten Lexikon (JUNGIUS ist hierin nicht als Quelle angeführt) bringt noch das große 62-bändige Lexikon des 18. Jahrhunderts[35]) dieselbe Erklärung, wo auch auf JUNGIUS als Quelle hingewiesen ist. LIPPMANN's Verdienst ist es jedenfalls, darauf rechtzeitig hingewiesen zu haben, „daß die ‚Potasche' mit dem Chemiker POTT nicht mehr zu tun hat als das ‚Kompott'"[6]).

Anmerkungen.

1) Chemiker-Zeitung (Cöthen) XXXII, S. 977—78 (1908.)

2) ibid. Bergmann war seit 1770 bemüht, für Verbindungen deren Bestandteile er mit Sicherheit kannte, passende zusammengesetzte Namen ausfindig zu machen. Er lehnte sich hierbei an die ältere Nomenklatur an. So unterschied er die verschiedenen kaustischen Alkalien, von den kohlensauren, als reines fixes vegetabilisches Alkali, reines fixes mineralisches Alkali, reines flüchtiges Alkali, von dem luftvollen fixen vegetabilischen, luftvollen fixen mineralischen Alkali usw. Erst 1782 gebrauchte er in seinem Entwurf eines neuen Mineralsystems (Nov. Act. Reg. Scient. Soc. Ups. Bd. IV, auch in Commentatt. e quarto novor. Reg. Scient. Soc. Upsal. actor. Tomo excerptae. Upsal. 1782, 4 und Sciagraphia regni mine-

ralis secundum principia proxima digesti. Lipsi. et Dessav. 1782, 8) für die kaustischen Alkalien einfach die Ausdrücke **Potassinum,** Natrum und Ammoniacum. Das Wort „Potassinum" für Gewächsalkali hat also Bergmann erst 1782 eingeführt.

3) ibid. S. 1029.

4) ibid. S. 1071.

5) Curieuses Natur-Kunst-Gewercks- und Handlungs-Lexikon. Die erste Auflage dieses Lexikons erschien 1712! In dieser Auflage, S. 994, ist bei „Potasche" ein Verweis auf „Cineres clavellati", S. 333. Der Text ist jedoch derselbe wie der von REISENEGGER, aus der späteren Auflage des Lexikons mitgeteilte.

6) Chemiker-Zeitung l. c. S. 1140. Siehe auch ebenda S. 1191 die „Zuschrift" von demselben Autor.

7) Dem Staatsarchive zu Danzig und dem Stadtarchive zu Riga, die mich in weitgehendster Weise bei meinen Studien unterstützten, bin ich zu großem Danke verpflichtet, was ich auch an dieser Stelle zum Ausdruck bringen möchte.

8) Eine von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft gekrönte Preisschrift, Leipzig 1858.

Eine gute Orientierung findet man in dem Werke: Wörterschatz der Deutschen Sprache Livlands von W. von Gutzeit. Riga. Zweiter Teil 1889 S. 384, Artikel Pottasche, wo es heißt:

„Pottasche. Von P. sagt Hupel (Aug. Wilh. Hupel, topographische Nachrichten von Liefland und Esthland. 3 Teile. Riga 1774—82) gibt es zweierlei, die sog. blaue, welche aus Polen kommt, in Fässern von 5—7 Schiffpfund, und calcinierte oder Kesselasche in Fässern von 2—3 Schiffpfund. Von beiden hat man 3 Arten, die in der rig. Pottaschwrake bestimmt werden. 1) Doppelte Schlüssel, die beste, hat 2 übereinanderliegende Schlüssel zum Zeichen; 2) Enkelt-Schlüssel, hat ihren Namen von dem einfachen Schlüssel, den die Wrake auf die Fässer zeichnet. 3) Wrak, die geringste Sorte, wird mit Wr. bezeichnet.

In der Instruktion 109 heißt es: (Verordnung für die Aschwrake). Es gibt 2 Hauptarten Pottasche. Eine bläulieh-weiße oder Perlasche in kleinen Stückchen, und eine blaue harte in großen Klumpen. von jeder Gattung 3 Unterarten, nämich: prima Sorten oder Kron, gestempelt , enkelt Schlüssel , Wrak Wr. — Die blaue großklumpige Pottasche, wird besonders für Holland verlangt. Sie muß nicht grausartig und mit Asche vermischt sein, sondern möglichst gleicher dunkelblauer Farbe.

Die Pottasche wird in den Gouv. Kasan und Orenburg aus Holzasche bereitet; eine geringe Gattung — die Weidasche — wird aus der Asche von Kräutern, namentlich Buchweizenstroh, genommen. Das Reglement [Liefländische Landesordnungen. Nebst dazugehörigen Plakaten und und Stadgen. Riga 1702] unterscheidet Kasanasche 1., 2. und 3. Sorte. Die Vero. 109 spricht von Pottasche statt Gattungen oder Arten. Daher bei aller Pottasche, die für Crohnen gemarkt sind."

Vgl. ferner: Zwei Kämmerei-Register der Stadt Riga. Ein Beitrag zur deutschen Wirtschaftsgeschichte. Herausgegeben von August von Bulmerincqu, Leipzig, 1902. S. 42 und 175—177.

9) l. c. 216—17.

10) l. c. S. 197 Fußnote 747. Archivregistratur 300, 27. Nr. 1. S. 99.

11) Urkunde im Danziger Staatsarchiv „9 157 (2464)", in einem Briefe der Lievländischen Städte, an den Danziger Rat, worin sie die Einfuhr von verbranntem Salze verboten haben. 28. Januar 1425.



12) Liv-Est- und Kurländisches Urkundenbuch. Begründet von F. G. v. BUNGE, fortgesetzt von H. HILDEBRAND, Band VIII, Riga, Moskau, Leipzig 1884. S. 219—220 Nr. 378: „Jtem alse gii scriven van pottasche — —“.

13) ibid. Band IX. 1889. S. 112. Nr. 178 § 8.

14) Äußeres Archiv der Stadt Riga V, 12,2, gleichzeitige Abschrift

15) Staatsarchiv Danzig „300 46 C 1“ (6 Quartblätter) „Notitia. die Asche belangend“.

16) Tome Sixième, Paris 1889, S. 339. Spalte b. „Potas, pottas, s. m. potasse; Du pottas (28 janv. 1577, Ch. et privil. des XXXII. mét. de la cité de Liège II p. 321)“. — In der „Eucyclopédie Méthodique, Ou Par Ordre Des Matières, Par une Société De Gens De Lettres, De Savants Et D'Artistes“, Tome Troisième, A Paris, L'An IV, De La République, p. 42, steht in dem Artikel „Carbonate de Potasse“ (von Chaussier) die Erklärung: „On fait calciner & fondre en partie ces cendres dans des pots de terre & c'est de deux mots allemands qui signifient cendre de pot, que le mot potasse a été tiré, und ferner: „Les cendres gravellées cineres clavellati ont été nommées ainsi parce qu'elles sont la forme grenne & comme du gravier“. Ferner in dem späteren Bande: Eucyclopédie Methodique. Chimie Et Metallurgie, Par M. Fourcroy. Tome Cinquième MDCCCVIII pag. 691. Artikel Potasse „Le mot potasse est formé de deux autres mots allemands & vent dire cendre de pots, parce qu'on a longtemps calciné cet alkali dans des pots“.

Vergl. auch: Etymologisches Wörterbuch der Romanischen Sprachen von Friedrich Dier. Fünfte Ausgabe. Mit einem Anhang von August Scheler, Bonn 1887, die Stelle:

S. 660. „Potasse, fr. ein aus Pflanzenasche ausgelaugtes alkalisches Salz; vom deutschen pott-asche, auch kessel-asche genannt“.

17) In der Königlichen Bibliothek zu Berlin ist es unter der Signatur „Hm 43 996“ zu finden. Ein Titelblatt ist nicht vorhanden, auf dem Rückeneinbande ist gedruckt: Chartes et Priviléges. In Handschrift ist auf dem ersten Vorsatzblatte der Vermerk: „Ce livre n'a jamais eu de titre. Jl est rare“.

18) l. c S. 321. „Jtem — — —, semblablement de soyeures de bois de chaisnes ou autres, ny aussy du pottas, verdegris ou verd d' Espagne — —“ und S. 327. „Jtem — — le pouvoir de vendre lesdites noix de galles, coperose, fumack, orzées, brusil, bois de Provence, qu'on dist bois de bleu ou semblables, comme potas, verd de gris — — —“.

19) JOACHIMI JUNGII LUBECENSIS Doxoscopiae Physicae Minores, sive Jsagoge Physica Doxoscopica. In qua praecipue Opiniones in Physica passim receptae breviter quidem, sed accuratissime examinantur. Ex Recensione Et Distinctione M. F. H., cujus Annotationes quaedam accedunt. Hamburgi MDCLXII. Das Werk hat keine Paginierung! Pars Secunda, quae Assertiones Physicas comprehendit, Partis II Sectiones II De Speciebus Similarium Cap XII De Reliquis Salibus. III.

20) Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde. Band I. Berlin 1795. p. 70—101. S. 70.

21) Es ist nachweisbar, daß der Ausdruck „cineres clavati“ schon in einer Urkunde vom Jahre 1332 (Litterae ann. 1332 tom 2, Ordinat. Reg. Franc. pag. 90, siehe auch: Glossarium Mediae Et Infimae Latinitatis. Ed. nova. A. LEPOLD FAVRE, Niort 1883 Tom. II p. 333) vorkommt: „Inhibitum fuerat quod — — — grana, gauda, gayda, garanciae tinctae, necnon — — — Clavati cineres, atque ligna, et caetera omnia et singula, quae ad paraturam tincturam — — — pannorum necessaria sunt, — —“



22) ANTONII NERI Florentini De Arte Vitraria Libri Septem in eosdem CHRISTOPH MERRETTI Observationes & Notae Amstelodami 1669, S. 312.

23) In der später (Fußnote 27) zu erwähnenden Übersetzung von KUNCKEL (S. 256) lautet die Stelle deutsch: „Dahero es auch scheinet | daß die Cineres clavellati, oder Pot-Aschen von denen Chymicis ihren Nahmen bekommen haben | als von Clavo lato, oder breiten Ast | oder Nagel: davon siehe bey Varrone im 1. Buch von Bauernsachen | das 40 Capitel: „Bey den öhlichten Saamen-Zweigen muß man zusehen | daß sie von einem jungen Zweige an beyden Seiten gleich abgeschnitten werden | diese nennen ihrer etliche abgeschnittene Reiser oder Sprossen und sind ungefähr eines Schuhes lang: in diesem Text wird Clavus ein junger Sprosse oder Zweig genennet; Nonus aber lieset an stat des Wortes Clavi, Clavula und saget | daß solches ein abgeschnittenes Holtz bedeute: dieses ist gewiß | daß das Wort Clavola oder Clavula, von dem Wort Clava oder Keule herkomme | welches in unserer Englischen Sprache Clubi heißet".

24) vid. Fußnote 22, S. 397 (Notae ad Cap. C. VIII) „— — cineres tamen, ut vocant, ollares (sic!) & alumen idem praestant".

25) ANTTONII NERI Sieben Bücher Handlend von der Künstlichen Glas- und Crystallen-Arbeit Oder Glasmacher-Kunst Sambt denen | darüber von CHRISTOPH MERRET gefertigten Anmerkungen. Verdeutscht durch FRIEDRICH GEISSLER. Frankfurt und Leipzig 1678.

Es ist hier die Ansicht NERI'S über die Herkunft des Ausdruckes „cineres clavellati", in dieser deutschen Übertragung, nachzuholen. (S. 73). „— — daß dannenhero die Chymici die cineres clavellatos (oder Poth-Asche) gleichsam clavolatos, von clavola, (Clavola: pars rami, qui in terram deponitur propagationis causa: Ein Setz-Holtz | Knod-Holtz Basil Fab. | mögen genennet werden".

26) ibid. S. 322 „Du solst dir zubereiten eine nicht allzustarke jedoch aber auch scharf genugsame Laugen | aus den Sodâ, welche die Glasmacher gebrauchen (sonst Poth- oder Weid-Asche genannt) — —".

27) Johannis Kunckelii Ars Vitraria Experimentalis. Amsterdam und Leipzig 1679.

28) ibid. S. 174.

„— — Es kan aber alles dieses gar füglich mit einer reinen Lauge allein von unser teutschen Pott-Asche vollbracht oder verrichtet werden. Herr FRIED. GEISSLER hat in seiner Version also gesetzt und commentirt: Du solt dir zubereiten eine nicht allzu starcke | jedoch aber auch scharff-genugsame Laugen | aus der Soda die die Glasmacher gebrauchen (sonst Poth- oder Weid-Asche genannt) etc. Ich muß mich aber | mein lieber Hr. GEISSLER | hier nicht wenig verwundern | daß ein solcher scharfsinniger Commentator und Ausleger Philosophischer uñ Chymischer Schrifften | als ihr bey euch selber seyd | doch noch in dieser Einfalt stecket, daß ihr nicht einst die Pott- und Weyd-Asche (von der Soda will ich gar nichts melden | denn weil dieselbe aus Spanien kommt kann ich leicht erachten | daß solche euch zu Spanisch oder zu hoch seyn wird) von einander erkennen oder zu unterscheiden wisset: habt ihr nicht gesehen oder gelesen | was der hochgelahrte MERRETUS in seinen Anmerkungen zu Anfangs dieses Capitels sagt: es verrichte dieses eben so wohl die Pott-Asche uñ der Allaun. Nun ist der Allaun blos zur Praecipitation und die Lauge zur Extraktion. Wenn ihr als ein in der Chymie Unerfahrner | meinen ob wohl ungelehrten Rath folgen woltet | so wolte ich euch dieses rathen; daß ihr doch euch | wann ihr nicht wohl wisset | was ein Ding für ein Ding ist | die Mühe und den Fleiß nicht soltet dauren lassen | solches von uns Chymicis, die wir in dergleichen Arbeit erfahren und solche Sache aus

der Experientz wissen | zu erkundigen oder erforschen; doch vielleicht lässet es eure Gelehrsamkeit nicht mehr zu | oder schämet euch | ein mehrers | sonderlich von Ungelehrten | zu lernen | oder ihr könnet dergleichen viel bey den Materialisten und Kauffleuten | die mit allerhand Waaren handeln | erfahren; wiewohl auch dieses zu viel ist | weil sich leicht ein Chymischer Handlanger | oder Kohlen-Jung würde gefunden haben | der | ob er auch weder Lesen und Schreiben gelernet | dennoch euch diesen Unterschied hätte sagen können. Ich hoffe aber | ihr werdet hieraus leicht erkennen | daß die Gelahrheit | der ihr euch selbst rühmet | denn von keinem andern habe ich euch iemahls rühmen hören | euch bisher wenig Erfahrung gebracht; in übrigen weiß ich gar wohl | habe es auch zum öftern gelehret | daß diese Saltze | als aus der Soda | Weid- und Pott-Aschen nach ihrer rechten Reinigung | nur einerley seyn; aber in ihrer groben Substanz differiren sie gewiß sehr weit von einander; wisset ihr mir aber ein anders zu demonstrirē, so solls mir lieb seyn | deñ gewiß | wañ nur einer | er sey so gering als er wolle | etwas sagt— daß ich nicht weiß | so erkeñe ichs mit hohē Dāck; also hoffe ich | wirds seine Höfflichkeit auch nicht anderst zulassen. fch will aber zuletzt noch beschreiben | wie die Pot- und Weid-Asche am besten und copieusten in unserm Teutschland zu machen und zu erlangen sey“ etc.

29) S. **347—349.** „Folget zum Beschluß dieses ersten Theils Meiner Glas Kunst | eine kurtze und überaus nützliche Manier | wie man die besten Salze | welche die Glasmacher zu ihren feinsten Gutt gebrauchen | und von nöthen haben | an statt der weither gebrachten Materialien | als Soda Hispanica, Pulvis culv. Syrische oder Levantische Asche und dergleichen | auff einen leichten und ganz kurtzen Weg | und gleichwohl eben so schön und noch schöner und reiner | auch sehr wenig Unkosten | an allen Orten und Enden | in Teutschland in der Mänge erlangen und machen | oder zurichten könne und möge. — — —

Wer demnach das feinste Saltz zum Glasmachen | compendiose und auff die beste Weise zu machen verlangt; der ist erstlich an keinen Ort in Deutschland deßwegen gebunden | weiln alle Vegetabilia es seyen Bäume | Stauden | Hecken | Kräuter etc. nach ihrer Destruction oder wann sie mit Feuer zu Aschen verbrannt | einerley Sältze geben und beweisen; wiewohl eines mehr als das andere. Siehe derowegen nur zu | daß du Asche bekommst | sie seye von Eichen | Bircken | Erlen | Bürcken | Fichten | oder Küfern Holtz etc. es seyen | Hecken | Kräuter was auff den Feld wächst | und zum Brennen taugt etc. oder was du vor Asche bekommen kanst; du brennest sie selber | oder lässest sie brennen; du bekommst und kauffst solche von Bürgern oder Bauren | wie sie selbige in ihren Kachel-Oefen | Feuerheerden | oder unter der Braupfannen brennen etc. wanns nur Aschen ist!“ (Er laugt aus, dampft im Kessel ein und glüht).

30) Johann Christoph Sommerhoff, Lexikon Pharmaceutico Latino-Germanicvm Et Germanico-Latinvm. Norimbergae MDCCXIII, S. 68:

„C i n i s c l a v e l l a t u s, aliàs dicitur, qui ex fecibus vini post ini destillationem relictis, per combustionem & elixiviationem fit, quamvis & sub hoc nomine alia salia Alkalia etiam ex Jsatide, Ligno quercino & c. subintelligentur. Schwed. L. 4 cl 2 n 412. Cinis clavellatus, id est Alkali. , , vid. Alumen. Catinum, seu Sal. Alkali“ und weiter S. 13 „A l u m e n c a t i n u m, conficitur ex bus Lignorum seu plantae Kali seu Sodae vulgaris (qui-

dam alkali vocant) Germ. Weydaschen. Sign. , , , , vid. sal Alkali & cineres clavellati". Bei anderen älteren Autoren finden sich folgende Erklärungen (In: *ONOMA ΣIKON* seu Lexicon Medicinae Simplicis MDXLIII ist nichts über den Gegenstand vorhanden):

Lexicon Chymicum Cum Obscuriorum Verborum Et Rerum Hermeticarum Tum Phrasum Parucelsicarum, in Scriptis eius: Et aliorum Chymicorum, passim occurrentium, planam explicationem continens.

Per Gulielmum Johnsonum Chymicum Londini, Excudebat C. G. impensi Gulielmi Neeland, apud quem prostant venales sub Signo Coronae, in vico vulgò vocato Dutck-Tane 1652, wo es hcißt:

S. 60. „Cinis hederae, est Cinis Clavellatus. Cinis Clavellatus, est Alcali", ferner:

S. 117. „Alkali, est aliis lapullus salis, modo ex calcibus reverberatis per humorem extractus, dissipatoque humore coagulatus. Sed Alkali tuno nominatur praecipue, cum relicto inpuro, segregatogue corpore, essentia formae hujus lapilli elaboratur. Cum vero integrae res calcinatae et diffusae ad solidam consistentiam reducuntur, ut cum sal communis solvitur humore et iterum coagulatur: ltem cum margaritae calcinantur totae, solvuntur und coagulantur vicissim magisterio per se sunt, at Alkali ex similitudine vocatur."

In dem Lexicon Medico-Galeno Chymico-Pharmaceuticum, Oder Gründliche Erklärung Achtzehn Tausend Medizinischer Nahmen | etc. durch Fridericum Müllern, Von Löwenstein | Nieder-Oesterr. Landschafft Apothekern zum Güldenen Hirsch in Wien.

Frankfurt am Mayn | In Verlegung Michael Endters. Anno MDCLXI. 312 Seiten, ist erklärt:

S. 74. „Cinis clavellatarum Alkechdo Kali spurius Weidäschen."

S. 293. „Weidaschen Sal alkali, Cineres Kali Cin: Clevellatarum".

31) In dem angeführten (siehe Fußnote 5) Lexikon aus dem Jahre 1755 ist S. 461 unter „Charakteres Chymici, oder Chymische Charakteres und Zeichen", Asche mit , 'Potasche mit gekennzeichnet.

Lavoisier gebrauchte, wie aus seinem zuerst von Berthelot (Bibliothèque Scientifique Internationale LXIX: La Revolution Chimique-Lavoisier, Paris, 1890) veröffentlichten „Registres Inédits de Laboratoire" (l. c. S. 218) zu ersehen ist, die Zeichen:

„ , pour la potasse" und „ , pour la carbonate de potasse".

32) JOHANN KARL GOTTFRIED JACOBSSONS technologisches Wörterbuch, Dritter Teil, Berlin und Stettin 1783. S. 286.

33) JOHANN KARL ADELUNG, Versuch eines vollständigen grammatisch-kritischen Wörterbuches der Hochdeutschen Mundart. Dritter Teil, Leipzig 1777, Spalte 1129: „— den Namen hat sie von dem Nieders. Pott, ein Topf, ein eiserner Grapen, weil man die Lauge, woraus dieses Salz bereitet wird, in solchen Grapen oder Kesseln abrauchen lässet, daher sie bey einigen auch Kesselasche heißet".

Vergl. auch die Erklärung im Chemischen Wörterbuch von M. H. KLAPROTH und FRIEDRICH WOLFF, 3. Band, Berlin 1808, S. 23/33: „Ehemals wurde die Pottasche in eisernen Töpfen ausgeglüht; da in der plattdeutschen Sprache Pott einen Topf bedeutet, so ist wahrscheinlich daher der Name Pottasche entstanden".



34) Deutsches Wörterbuch von JACOB und WILHELM GRIMM. Siebenter Band. Bearbeitet von MATTHIAS VON LEXER Leipzig 1889 Spalte 2039:

„Pottasche, Potasche, f. ein aus pflanzenasche ausgelaugtes alkalisches Salz, so (oder kesselasche) genannt, weil das sieden der lauge in zwei eisernen töpfen (s. pott) und einem kupfernen kessel geschieht, s. JACOBSSON, pottasche, ausgelaugte asche in Fässern, so die seiffensieder usw. brauchen. Ludwig Aler engl. potash, franz. potasse".

Vergl. ferner: Deutsches Wörterbuch von Dr. F. B. K. Weigand, Dritte Aufl. (Fünfte Auflage von Friedrich Schmithenners kurzem deutschen Wörterbuch.) Giessen 1878. 7. Bd. II. S. 377:

„Der Pott: Topf. Zusammens.: Die Póttasche = das (früher in Töpfen versandte) Laugensalz.

Pott (Schottelius, Justus, Georg, Teutsche Sprachkunst. Braunschweig 1641. (Die 1663 erschienene dritte Auflage ist unter dem besonderem Titel: Ausführliche Arbeit von der Teutschen Haupt Sprache erschienen), althergebracht auch Pot geschrieben, namentlich in Potasche, 1716 bei Ludwig (Christian, Teutsch-Englisches Lexikon, Leipzig 1716). Sp. 1417, die Pottasche, ist niederdeutsch, im 15. Jahrh. Der pot, put, neu und mittelniederl., altfries. der pot, altnorw. der poth. (Fritzner, John Ordbog over det gamle norske Sprog. Kristiania 1867, 779a), woraus franz. der pot (s. Diez, Friedrich, Etymologisches Wörterbuch der romanischen Sprachen 3. Ausg. 1869—1880. 1, 330)."

35) Großes Universal-Lexikon. Band VII. Leipzig 1734. S. 1491—94.

Drusen-Asche, Cinis faecinius, Frantzösisch, Cendre gravelée, sonst auch **Waid-Asche, Weid-**Asche, cinis infectorius (weil sich die Weid-Färber selbiger sehr bedienen, und sie dahero aus Franckreich und andern Orten in großen Fässern und Einschlägen bringen lassen; wiewohl dieser Name bey dem LEMERY der Pott-Asche, davon unten, beygeleget wird) genannt: sind die Wein-Hefen, welche getreugt und verbrannt oder calciniret werden. Sie nehmem die Neigen von dem Wein, nebst allen Hefen, lassen sie austrieffen und trocknen sie noch darzu aus: was ausgetroffen, destilliren sie und machen Branntewein davon, oder aber Wein-Essig und die ausgetreuften Kuchen treugen (trocknen) sie. Etliche nennen sie deshalben gravelée, weil sie auf dem Felde in großen Löchern verbrennet oder calciniret werden, indem wegen des dicken Dampfes, der davon aufzugehen pfleget, und denen Leuten zu beschwerlich fallen dürffte, es nicht erlaubet ist, sie in den Städten zu verbrennen. Das flüchtige Saltz derer Wein-Hefen wird bey dem Calciniren in der Lufft zerstreuet, hingegen bleibet in der verbrennten Materie gar sehr viel fixes Salz zurücke; und das hält sie zum Theil wie einen Stein beysammen, Theils aber werden Grumpeln und Stücklein daraus, wie bey dem calcinirten Wein-Stein. Allein dieses Saltz ist um ein gutes stärker, denn das gemeine Wein-Saltz, weil die Hefen, da sie annoch flüssig waren, vielmehr als der trockne Wein-Stein fermentiret haben: wie solches LEMERY in seinem Chymischen Wercke bey Bereitung des Lapidis caustici deutlich gewiesen. Hierher gehöret auch die **Pott-Asche,** Cinis clauellatus, wiewohl dieser Lateinische Name in des LEMERY Material-Lex. pag. 311 der Drusen-Asche, doch ohne Grund, beygeleget wird, Frantzösisch Pottasse oder Vedasse, welche aus einem weißen und etwas blaulichten calcinirten Salze bestehet, das Anfangs aus denen Tauben oder Clauellis dererjenigen Fässer und Potten, worinnen die Weid-Asche kommt, gemacht und derowegen Cineres clauellati oder Pott-Asche, genennet worden sind, wie Jungius in Doxoscop. Phys. Pat. II Sect. II c. 12 § 3 lehret.



Technik und Energetik.

Von ARTHUR ERICH HAAS.

(Vorgetragen in Wien am 19. November 1909 im österreichischen Verbande von Mitgliedern des Vereines deutscher Ingenieure). [1])

Der Vortrag, den ich heute vor Ihnen, sehr geehrte Herren, halten zu dürfen die Ehre habe, soll ein Kapitel aus der Entwicklungsgeschichte des Prinzipes behandeln, das nun seit mehr als sechzig Jahren als oberstes Gesetz die gesamte Naturlehre beherrscht. Ich will es versuchen, Ihnen die Bedeutung zu veranschaulichen, die die technische Wissenschaft für die Ausgestaltung der Begriffe und der Ideen erlangte, die dem Satze von der Erhaltung der Energie zugrunde liegen.

Die Geschichte des Satzes von der Erhaltung der Kraft reicht bis zu den Anfängen der Physik zurück. Denn das Energieprinzip ist aus der allmählichen Vereinigung dreier Vorstellungsgruppen entstanden, deren Kerne drei Ideen bilden, die seit den ältesten Zeiten die mächtigsten Triebfedern naturwissenschaftlicher Forschung darstellen. Es sind die Konstanzidee, die Einheitsidee und die Kompensationsidee. In der Konstanzidee äußert sich das Bestreben des Forschers, das Bleibende in dem steten Wechsel der Erscheinungen aufzufinden; die Einheitsidee entspringt dem allgemeinen Bedürfnis des Denkers, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die sich seiner Wahrnehmung darbieten, in einen möglichst engen Zusammenhang zu bringen und derart die Einheitlichkeit seines eigenen Denkens gleichsam in die Außenwelt zu projizieren; die Kompensationsidee aber, die zwischen allem Vergehen und Entstehen in der Natur einen ursächlichen Zusammenhang annimmt, stellt nur eine präzisere Form des universellen Kausalitätsgedankens dar.

---

1) Wegen der Einzelheiten vergleiche man des Verfassers Abhandlung: „Die Entwicklungsgeschichte des Satzes von der Erhaltung der Kraft“ (Wien, Hölders Verlag, 1909).



Die Konstanzidee tritt zu allererst in der noch unbestimmten Vorstellung der Substanzerhaltung auf, aus der sich zunächst der Grundsatz von der Konstanz der Materie entwickelte. Von diesem Prinzipe, das von den antiken Atomikern bereits mit großer Schärfe ausgesprochen wurde, zweigte sich nun allmählich der Satz von der Erhaltung der Energie ab. Denn je klarer die Beziehungen wurden, die zwischen dem Stoffe und der Kraft bestehen, desto deutlicher mußte auch die Notwendigkeit einer Ergänzung erkannt werden, deren der Satz von der Erhaltung der Materie bedurfte. Eine wesentliche Ergänzung konnte aber nur eine diesem Satze selbst analoge Hypothese bilden, die die Unveränderlichkeit des wichtigsten Zustandes der Materie, die die Erhaltung ihres Tätigkeitszustandes zum Ausdrucke brachte. Wie nun als die eigentliche, als die einfachste Äußerung der Aktivität der Materie stets deren Bewegung galt, so erscheint auch das Krafterhaltungsprinzip in seiner ursprünglichen Form als Vorstellung von der Konstanz des mechanischen Geschehens.

Schon im Altertume erscheint die Idee der Krafterhaltung in zwei Hypothesen angedeutet, deren eine die Unzerstörbarkeit der astronomischen Vorgänge zum Inhalte hatte, während die andere die Ewigkeit der Atombewegung lehrte. Einen bestimmten und allgemein gültigen Ausdruck fand die Annahme von der Erhaltung einer einzelnen Bewegung jedoch erst in dem zuerst von Galilei klar ausgesprochenen Beharrungsgesetze, das den einfachsten Spezialfall des Energieprinzipes darstellt.

Die fortschreitende Erkenntnis des Beharrungsvermögens mußte nun bald zu einer Verallgemeinerung des Trägheitsgesetzes führen. Denn wenn die Bewegung eines einzelnen, sich selbst überlassenen Körpers ungeändert bleibt, so lag ja der Gedanke nahe, daß auch die Gesamtheit der Bewegung, die in dem abgeschlossen zu denkenden Universum enthalten ist, weder einer Vermehrung noch einer Verminderung fähig sei.

In dieser erweiterten Form konnte aber der Konstanzgedanke die Wechselwirkungen, die zwischen den einzelnen Bewegungen bestehen, nicht länger unberücksichtigt lassen; und so entstand ein neues Problem durch den Gegensatz, der zwischen der behaupteten Konstanz der Gesamtbewegung und den mechanischen Veränderungen besteht, die wir in der Natur ja stets im unaufhörlichen Entstehen und Vergehen von Einzelbewegungen beobachten können. Die Lösung dieser Schwierigkeiten gelang durch die Anwendung der aus der Kompensationsidee hervorgegangenen An-



nahme, daß jeder wahrgenommenen Verminderung der Energie eine gleich große anderweitige Vermehrung entsprechen müsse, und ebenso umgekehrt. Denn nur unter dieser Voraussetzung war ja die Ansicht möglich, daß die Bewegungskraft, die an die einzelnen Teile der Materie gebunden, in diesen aber beständigen Veränderungen unterworfen erscheint, dennoch in ihrer Gesamtheit eine unveränderliche Größe darstelle.

Dem großen Philosophen DESCARTES gebührt das Verdienst, diesen Gedanken zuerst zu klarer Ausbildung gebracht zu haben. In seinen 1644 erschienenen „Prinzipien der Philosophie" lehrte er, daß infolge der beständigen Kompensationen der Bewegungskräfte die Summe der Produkte aus allen Massen und ihren Geschwindigkeiten bei allen physikalischen Prozessen konstant bleibe [1]). Trotz der unrichtigen Wahl des Kräftemaßes wurde doch dieses Cartesianische Gesetz von grundlegender Bedeutung für die weitere Entwicklung der Energetik. Denn DESCARTES hat als erster den Versuch gewagt, in die Physik eine mathematisch definierbare und ebenso wie die Stoffmenge meßbare Größe einzuführen, in deren Invarianz die ursprünglich rein metaphysische Erhaltungsidee nunmehr einen exakten Ausdruck finden konnte.

Die Hypothese des DESCARTES bildete den Ausgangspunkt einer Reihe physikalischer Untersuchungen, in denen die ältere Energetik ihren Höhepunkt erreichte und die einen der größten und vielseitigsten Forscher aller Zeiten, GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ zum Verfasser hatten. In einem 1686 veröffentlichten Aufsatze [2]) wies zunächst LEIBNIZ nach, daß man, um ein richtiges Maß der in ihrer Gesamtheit unveränderlichen Kraft zu erhalten, die Masse des bewegten Körpers statt mit seiner Geschwindigkeit mit deren Quadrate multiplizieren müsse. LEIBNIZ setzte dadurch an die Stelle des Cartesianischen Gesetzes das Prinzip der Erhaltung der lebendigen Kraft, das seitdem durch mehr als ein Jahrhundert als der eigentliche Träger der Energieideen erschien. Das größte Verdienst erwarb sich aber LEIBNIZ um die weitere Entwicklung der Energetik dadurch, daß er in das Erhaltungsgesetz auch die potentielle Kraft mit einbezog. Die Vorstellung einer latenten Kraft finden wir bereits in der Mitte des 17. Jahrhunderts bei GASSENDI und BORELLI angedeutet. Sie ergab sich aus der Notwendigkeit, den Gedanken einer allgemeinen Kompensation zwischen Vergehen und Entstehen auch auf solche Fälle auszudehnen, in

1) Principia philosophiae II, 36.
2) Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii.



denen eine Zerstörung und eine Erzeugung von aktueller Kraft zeitlich voneinander getrennt sind. So entstand die Vorstellung der latenten Kraft als eines Umwandlungsproduktes der aktuellen Kraft, die in der latenten Form scheinbar verborgen und aufgespeichert bleibt, um unter gegebenen Verhältnissen von neuem zum Vorscheine gelangen zu können. LEIBNIZ schuf nun, indem er in aktueller und latenter Kraft nur verschiedene Erscheinungsformen einer einheitlichen Kraft erkannte, den neuen Begriff der Energie, für die er die Ausdrücke „absolute lebendige Kraft“ oder „Potenz“ gebrauchte. Die Energie definierte LEIBNIZ derart, daß er sie überall dort vorhanden annahm, wo ein Gegenstand infolge seines Zustandes befähigt sei, solche Wirkungen oder Veränderungen hervorzurufen, die aus sich selbst nicht erfolgen könnten [1]. Während also früher die Gültigkeit des Erhaltungsgesetzes auf solche Fälle beschränkt gewesen war, in denen nur ein Umsatz von rein kinetischer Energie stattfindet, erschien das Gesetz nunmehr in seiner neuen Form, die die Konstanz aus der Summe der aktuellen und potentiellen mechanischen Energie lehrte, auf alle Bewegungsvorgänge anwendbar; ja sogar auch auf unelastische Stöße wurde das Gesetz ausgedehnt, da sich bei diesen nach einer von LEIBNIZ begründeten Hypothese die scheinbar zerstörte äußere Energie in innere unsichtbare Bewegung der Moleküle umsetzen soll [2].

Die Arbeiten von LEIBNIZ riefen eine wahre Blütezeit der Energetik ins Leben, die sich über die erste Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts erstreckte. Das LEIBNIZsche Energieprinzip wurde nicht nur der Ausgangspunkt einer Reihe hervorragender mathematisch-physikalischer Untersuchungen; die absolute Unerschaffbarkeit und Unzerstörbarkeit der Kraft erscheint auch in den Systemen vieler Naturphilosophen jener Zeit, so namentlich bei ROBERT HOOKE, JOHN TOLAND und CHRISTIAN WOLFF, mit dem größten Nachdrucke betont. Ja wir finden bei manchen Forschern jener Zeit sogar Ansichten entwickelt, die vielfach an die moderne substantielle Auffassung der Energie erinnern; so hat schon JOHANN BERNOULLI die lebendige Kraft als etwas Reelles und Substantielles („aliquid reale et substantiale“) bezeichnet. [3]

Von der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts an nahm indessen das Interesse an dem Krafterhaltungsprinzipe wiederum ab. Seine metaphysische Bedeutung verlor sich immer mehr, und immer

1) Dynamica, pars II, sect. I, p. 435 (ed. Gerhardt).

2) Essay de Dynamique, p. 229 u. 231 (ed. Gerhardt).

3) De vera notione virium vivarum (Opera omnia, Nr. 145).



enger wurde das Gebiet, auf das man seine Gültigkeit zu beschränken suchte. Die Ursache dieses Wandels liegt vor allem in dem ausgesprochen mathematischen Gepräge, das besonders unter dem Einflusse von EULER, D'ALEMBERT und LAGRANGE die gesamte Mechanik nunmehr annahm. Die formelle Richtigkeit des Energieprinzipes, seine Verwendbarkeit bei bestimmten dynamischen Untersuchungen wurden freilich von niemand bezweifelt, aber gerade die hervorragendsten Vertreter der Mechanik, wie d'ALEMBERT und MAUPERTUIS sprachen sich auf das entschiedenste gegen eine zu weit gehende Verallgemeinerung des Satzes aus. In den Schriften der großen Naturphilosophen jener Zeit suchen wir vergebens eine Erwähnung des Prinzipes, das früher in der Physik und in der Kosmologie eine gleich hervorragende Rolle gespielt hatte; und von dem einst so ausgedehnten Herrschaftsgebiete des Satzes von der Erhaltung der Kraft war am Beginne des neunzehnten Jahrhunderts nur mehr ein eng begrenzter Teil der theoretischen Mechanik übrig geblieben.

Zu neuer Blüte gelangten die in ihrer Entwicklung derart gehemmten energetischen Ideen nun erst, als sie in das Gebiet der Technik Eingang fanden und in dem Rahmen dieser Wissenschaft, die gerade in jener Zeit in Frankreich einen mächtigen Aufschwung nahm, ihre weitere erfolgreiche Ausgestaltung erfuhren.

Die Beziehungen zwischen der Technik und der Energetik reichen allerdings schon bis in das siebzehnte Jahrhundert zurück; doch hat die Technik die Entwicklung der Krafterhaltungsidee zunächst nur indirekt beeinflußt, indem die Erfolglosigkeit aller Bemühungen, die der Konstruktion eines perpetuum mobile galten, in immer höherem Maße die Physiker von der Unerschaffbarkeit der Energie überzeugte. HUYGHENS und LEIBNIZ haben bereits in klarer Weise die Unmöglichkeit eines „perpetuum mobile mechanicum" dargelegt. Trotzdem nahmen die Bestrebungen, eine unerschöpfliche Energiequelle zu erfinden, noch lange kein Ende und fanden einen formellen Abschluß erst in dem Jahre 1775; in diesem Jahre beschloß nämlich die Pariser Akademie, in Zukunft ebenso wenig wie Lösungsversuche der Probleme der Würfelverdoppelung, der Winkeldreiteilung und der Kreisquadratur Entwürfe einer Maschine anzunehmen, die als perpetum mobile bezeichnet wäre [1]).

Seit der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts versuchten

1) Histoire de l'académie royale des sciences, 1775, p. 61.



es indes auch bereits einige Forscher, mathematisch-energetische Ideen zur Lösung technischer Probleme zu verwenden. So hat CHRISTIAN HUYGHENS in seinen theoretischen Untersuchungen über die von ihm erfundene Pendeluhr im Jahre 1673 einen wichtigen Satz aufgestellt und verwertet, den er mit der Unmöglichkeit eines perpetuum mobile begründete. Der Schwerpunkt eines Systems von Körpern, die sich unter dem Einflusse der eigenen Schwere bewegen, soll diesem Satze zufolge nie über das Niveau emporsteigen können, in dem er sich bei Beginn der Bewegung befand [1]). Auf das HUYGHENSsche Theorem gründet sich auch ein Prinzip, das DANIEL BERNOULLI seiner 1738 erschienenen „Hydrodynamik“ zugrunde legte und das er auch in der Theorie der hydraulischen Maschinen zur Anwendung brachte. Er bezeichnete dieses Prinzip, das eigentlich die Konstanz der mechanischen Energie lehrte, als Grundsatz von der Gleichheit der aktuellen Abwärtsbewegung und der potentiellen Aufwärtsbewegung [2]).

Auf die Verwendbarkeit des Begriffes der lebendigen Kraft in der theoretischen Maschinenlehre hatte schon 1702 PARENT hingewiesen. [3]) COULOMB benutzte das Krafterhaltungsprinzip in einer 1781 erschienenen Abhandlung über die Windmühlen. Den Satz, auf den er seine theoretischen Untersuchungen gründete, sprach er in der Form aus, daß „die Wirkung einer von Stoß und Reibung freien Maschine stets der Menge der lebendigen Kraft proportional sei, die von dem Agens, das die Wirkung hervorrief, abgegeben worden sei“ [4]).

So hatte die Technik schon mehrfach energetische Ideen in sich aufgenommen und verwertet, als durch die bahnbrechenden Arbeiten vom LAZARE CARNOT und durch die Gründung der Pariser École polytechnique am Ende des achtzehnten Jahrhunderts ein neuer glänzender Abschnitt in der Geschichte der technischen Maschinenlehre begann. Die großen Forscher dieser Periode der französischen Technik haben nun nicht nur ihre Untersuchungen vielfach auf ältere energetische Anschaungen gegründet; sie haben auch diese erfolgreich weiter außgestaltet und entwickelt und namentlich durch die Schöpfung des wichtigen Arbeitsbegriffes und durch die klare Erfassung der mechanischen Kraftverwandlungen sehr viel zur Vorbereitung der modernen Energetik beigetragen.

1) Horologium oscillatorium, pars IV, hypoth. 1.
2) Hydrodynamica I, § 19.
3) Mémoires de l'académie, Paris 1702, p. 323—338.
4) Mémoires de l'académie, Paris 1781, p. 65—81, § 20.



In dieser Hinsicht haben sich namentlich drei hervorragende Vertreter der technischen Wissenschaft große Verdienste erworben: LAZARE CARNOT, CORIOLIS und PONCELET.

LAZARE CARNOT hat in seinem 1783 erschienenen und später zu einem größeren Werke erweiterten „Entwurfe einer allgemeinen Maschinenlehre" die Arbeitsmenge in die Physik unter der Bezeichnung des Aktivitätsmomentes eingeführt, das von den Bewegungskräften konsumiert werde. Er definiert diese Größe als das Produkt aus der betreffenden Kraft und aus der Projektion des von dem Angriffspunkte der Kraft beschriebenen Weges auf die Richtung der Kraft [1]). Es stellt also das verbrauchte Aktivitätsmoment das Produkt aus der Kraft, aus dem Wegelemente und aus dem Kosinus des Winkels dar, den die Richtung des Weges mit der Richtung der Kraft bildet. Die Beziehungen, die zwischen der Größe der Arbeit und der Veränderung der lebendigen Kraft bestehen, ergaben sich für CARNOT in einfacher Weise aus dem Begriffe der potentiellen Energie, den CARNOT in die Technik einführte. Er unterscheidet nämlich zwei verschiedene Formen der lebendigen Kraft: die eigentliche, die als Produkt aus einer Masse und einem Geschwindigkeitsquadrate erscheine, und die latente, die durch das Vielfache aus einer Kraft und einer Weglänge dargestellt werde [2]). Da aber durch das zweite Produkt ebenso wie die lebendige Kraft auch das konsumierte Aktivitätsmoment gemessen wird, gelangt CARNOT auf einfachem Wege zu dem Prinzipe der Arbeitsübertragung, das er, da er für die lebendige Kraft noch das doppelte Maß wählte (mv^2 statt $^1/_2\, mv^2$) in der folgenden Form ausspricht: „In jedem Systeme von Körpern, dessen Bewegungen nur stetige Änderungen erfahren, ist der Zuwachs, den die Summe der lebendigen Kräfte während einer beliebigen Zeitdauer erfährt, stets doppelt so groß wie das in derselben Zeit durch alle Bewegungskräfte konsumierte Aktivitätsmoment" [3]).

In einer ähnlichen Weise hat dieses Prinzip auch JEAN VICTOR PONCELET formuliert, der für die Arbeitsmenge in seinen älteren Schriften — namentlich in seinen 1827 veröffentlichten Vorlesungen über angewandte Mechanik — noch die Bezeichnung „Aktionsmenge" gebrauchte. Das CARNOT'sche Prinzip sprach PONCELET daher in der Form aus, daß „der Zuwachs, den die lebendige Kraft eines Körpers erfahre, stets doppelt so groß sei wie die

1) Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement (Paris 1803), § 61 p. 39.

2) ib., § 59, p. 37.

3) ib., § 201, p. 181.



Aktionsmenge, die während der betreffenden Zeit dem Körper durch die Bewegungskräfte mitgeteilt wurde" [1]). Eine wesentliche Vereinfachung dieses Satzes gelang nun PONCELET später dadurch, daß er die Trägheit der Körper als eine wirkliche Kraft auffaßte, die ebenso wie alle anderen Kräfte in Gewichtseinheiten gemessen werden könne. PONCELET spaltet nämlich das negative Differential der lebendigen Kraft $-mvdv$ in zwei Faktoren: in die Größe $-m\frac{dv}{dt}$, die PONCELET als die Trägheitskraft bezeichnet, und in die Größe $v\,dt$, die also den in dem Zeitelemente dt zurückgelegten Weg mißt. Das Produkt der beiden Faktoren muß demnach ebenfalls eine Arbeit darstellen, für die PONCELET, da ja die Trägheitskraft den Bewegungskräften entgegen wirkt, ein negatives Vorzeichen wählt. Für das Prinzip der Arbeitsübertragung gewinnt dadurch PONCELET in seiner 1839 erschienenen „industriellen Mechanik" die folgende einfache Form: „Die algebraische Summe der elementaren Arbeiten, die von den Bewegungskräften und von den durch die Änderungen hervorgerufenen Trägheitskräften erzeugt werden, beträgt stets null" [2]).

GUSTAVE GASPARD CORIOLIS hat in seinem 1829 erschienenen Lehrbuche der theoretischen Maschinenlehre die vor ihm nur gelegentlich gebrauchte Bezeichnung „Arbeit" dauernd in die mechanische Terminologie eingeführt. Er brachte in die mechanischen Gesetze auch dadurch eine größere Einfachheit, daß er zu dem Produkte aus Masse und Geschwindigkeitsquadrat, das bis dahin die lebendige Kraft gemessen hatte, noch den Faktor $1/2$ hinzufügte [3]). Seine Formeln erscheinen nur deshalb etwas komplizierter als die CARNOTS und PONCELETS, weil CORIOLIS die Kräfte des mechanischen Systems in zwei Gruppen teilt, nämlich in die Bewegungskräfte, deren Tangentialkomponenten in die Richtung der augenblicklichen Geschwindigkeit fallen, und in die Widerstandskräfte, deren tangentiale Komponenten in der entgegengesetzten Richtung wirken. CORIOLIS gelangt so zu einer Gleichung, derzufolge für eine beliebige Zeitdauer der Unterschied zwischen der Arbeit der Bewegungskräfte und der Arbeit der Widerstandskräfte dem Zuwachse gleich ist, den die lebendige Kraft des bewegten Massenpunktes während dieser Zeit erfahren hat [4]).

1) Cours de mécanique (2. ed., 1828), § 9, p. 6.
2) Cours de mécanique (ed. 1874), § 15, p. 17.
3) Calcul de l'effet des machines (Paris 1829), p. III.
4) Traité de la mécanique (Paris 1844), § 26.

Die Verallgemeinerung der für den einzelnen materiellen Punkt angewandten Grundsätze führt sowohl bei CORIOLIS als auch bei PONCELET zu Formeln, die in allgemeinster Weise die energetischen Vorgänge in den Maschinen ausdrücken [1]. Das Prinzip der Arbeitsübertragung erlangte so eine zentrale Stellung in der technischen Mechanik. Denn es enthält, wie PONCELET in der Einleitung zu seiner „industriellen Mechanik“ hervorhebt, in einer für die technischen Anwendungen besonders geeigneten Form alle Gesetze in sich, die sich auf die Wechselwirkungen der Kräfte beziehen. Das Prinzip erscheine als ein Axiom, das durch sich selbst seine volle Evidenz erhalte und dessen Beweis einem überflüssig erscheine, wenn man nur den Arbeitsbegriff erst völlig erfaßt habe und es einem klar geworden sei, daß die in bestimmten Einheiten gemessene Arbeit in der Technik der wahre Ausdruck für die Aktivität der Kräfte sei [2].

In der Arbeit erblickten PONCELET und CORIOLIS das eigentliche Substrat aller der Umwandlungen, die sich unserer Wahrnehmung als mechanische Vorgänge darbieten. Der lebendigen Kraft, die bei LEIBNIZ und JOHANN BERNOULLI als das ursprünglich Gegebene erschien, kommt in dem Systeme der französischen Techniker nur eine sekundäre Rolle zu. Denn nach ihrer Ansicht stellt die lebendige Kraft nur ein Umwandlungsprodukt der Arbeit dar; sie ist deren latente Form, weshalb CORIOLIS das Produkt aus der Masse und dem halben Geschwindigkeitsquadrate geradezu als die in einem Körper eingeschlossene und disponible Arbeit bezeichnet [3]. Die Umwandlung der verschiedenen Formen der Arbeit vollzieht sich aber unter dem Einflusse der Trägheit der Körper. Diese dient, wie PONCELET ausführt, „dazu, um die Arbeit der Bewegungskräfte in lebendige Kraft umzuwandeln und so aufzuspeichern; die Trägheit läßt diese Arbeit vollständig wieder von neuem erstehen, wenn die lebendige Kraft auf Widerstände stößt, durch die sie zerstört wird“ [4]. Wirken also auf ein System von materiellen Punkten Bewegungskräfte, so kann man nach CORIOLIS behaupten, daß „die Arbeit, die von den Bewegungskräften während der ganzen Dauer der Bewegung hervorgebracht wurde, vollständig auf die materiellen Punkte, die die widerstehenden Trägheitskräfte hervorriefen, übertragen oder

1) Coriolis, Traité de la mécanique, § 58; Poncelet, Cours de mécanique (ed. 1828), § 10; (ed. 1876), § 29.

2) Mécanique industrielle (Lüttich 1839), p. VIII.

3) Traité de la mécanique, § 26.

4) Mécanique industrielle, § 138.

transmittiert worden sei" [1]), — und dies ist der eigentliche Grund, weshalb CORIOLIS seinen berühmten Satz als das Prinzip der Arbeitstransmission bezeichnete.

Sogar die moderne Vorstellung einer Wanderung oder Strömung der Energie hat CORIOLIS bereits in einer sehr anschaulichen Weise entwickelt. „Man kann" — so äußert er sich in seinem Lehrbuche der Mechanik — „die Übertragung der Arbeit durch die Maschinen mit der Strömung einer Flüssigkeit vergleichen, die sich ausbreiten würde, indem sie von einem Körper zu dem anderen durch die Berührungspunkte übergeht. Wenn ein einzelner Körper mehrere andere stößt, so würde sich diese Flüssigkeit gleichsam in mehrere Ströme teilen und umgekehrt sich, wenn mehrere Körper einen einzigen stoßen, aus den vereinzelten Einzelströmen zusammensetzen. Die Flüssigkeit könnte sich auch in einzelnen Körpern anhäufen und in ihnen solange aufgespeichert bleiben, bis sich ihr eine Gelegenheit zur Ausbreitung bietet. Diese aufgespeicherte Flüssigkeit, diese Arbeit in Reserve, ist aber nichts anderes als die lebendige Kraft. Die in einer Maschine zu einem Systeme vereinigten bewegten Körper bilden also", wie CORIOLIS meint, „infolge ihrer Anordnung gleichsam einen Kanal, durch den fließend die Arbeit am vollständigsten auf die Punkte übergehen kann, an denen man ihrer bedarf" [2]).

Die Unerschaffbarkeit der Arbeit ergab sich aus ihrer substantiellen Auffassung eigentlich ganz von selbst. So hebt besonders CORIOLIS hervor, daß sich die Quantität der Arbeit durch die Verwendung von Maschinen nie vergrößern lasse. Diese könnten nur die Größe der Kraft oder des Weges, die Verteilung oder die Richtung der Kräfte ändern, nie aber die Menge der Arbeit vermehren [3]). Die Unzerstörbarkeit, die CORIOLIS nur bei reibungslosen Maschinen annahm [4]), hat allerdings erst PONCELET als allgemeine und wesentliche Eigenschaft der Arbeit erkannt. Indem er, wie schon einst LEIBNIZ, die molekular-mechanische Energie mit berücksichtigte, konnte er die Behauptung aufstellen, daß die Arbeit, die in den Körpern aufgespeichert und zu der Entwicklung der Trägheitskräfte aufgewandt wurde, von diesen Kräften völlig und ohne jede Verminderung reproduziert werden könne [5]).

1) Traité de la mécanique, § 25.
2) ib., § 59.
3) Calcul de l'effet des machines, § 25, p. 26.
4) ib., § 25.
5) Mécanique industrielle, § 140, p. 104.

Die allgemeine Verwendung des Arbeitsbegriffes in der technischen Mechanik machte natürlich auch die Festsetzung einer bestimmten Arbeitseinheit notwendig, wodurch auch für die Energie als solche ein exaktes Maß gewonnen war. Die heute noch übliche Einheit des Kilogramm-Meters, die auch PONCELET durchweg anwandte, hat NAVIER in die Physik eingeführt.

Durch die Untersuchungen von CORIOLIS und PONCELET waren im Rahmen der Mechanik die energetischen Ideen bis zu einer Vollkommenheit gediehen, die auch in der späteren Zeit nicht mehr übertroffen wurde. Doch schon seit dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts begann sich das Krafterhaltungsprinzip über die Grenzen des mechanischen Gebietes, auf das es bis dahin beschränkt gewesen war, auszudehnen. Die Konstanzidee verschmolz allmählich mit der physikalischen Einheitsidee und führte so zu der Grundannahme der modernen Energetik, zu der Hypothese, daß die verschiedenen Formen der einheitlichen Energie einander äquivalent und daher auch in konstanten Verhältnissen in einander umwandelbar seien. Auf die Ausbildung dieser Vorstellung von einer äquivalenten Transformation der Naturkräfte hat nun ein zweiter Zweig der Technik einen großen Einfluß erlangt, der gleich der angewandten Mechanik in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts in Frankreich einen großen Aufschwung nahm. Es war die technische Wärmelehre, die in jener Zeit in SADI CARNOT, einem Sohne des schon erwähnten LAZARE CARNOT, ihren hervorragendsten Vertreter fand.

Den komplizierten Vorgang in der Dampfmaschine hatte bereits Daniel Bernoulli als Umformung einer Energiemenge erfaßt. Er hob schon in seiner 1738 erschienenen „Hydrodynamik" hervor, daß sich die in den Kohlen enthaltene und durch die Verbrennung frei werdende Energie in elastische und hiedurch auch in kinetische Kraft umsetzen könne, und gab auch seiner Überzeugung Ausdruck, daß „bei zweckmäßiger Ausnutzung der in einem Kubikfuße Kohle verborgenen Kraft eine größere Leistung erzielt werden könnte als bei einer täglichen Arbeit von 8 oder 10 Menschen"[1]. Der Erfinder der modernen Dampfmaschine, JAMES WATT, führte in die Physik als Einheit des Effektes, also als Maß einer auf die Zeiteinheit reduzierten Energiemenge, die Pferdestärke ein. Technische Versuche bildeten auch den Ausgangspunkt der hervorragenden Arbeiten des Grafen RUMFORD, der

1) Hydrodynamica, X, 43.



schon um das Jahr 1800 auf Grund eigener Experimente lehrte, daß die Summe aus der mechanischen und der thermischen Energie bei wechselseitigen Umwandlungen der beiden Energieformen konstant bleibe [1]).

Ihre weitere Ausgestaltung erfuhren diese Ideen RUMFORDS nun durch SADI CARNOT, der seine für die spätere Entwicklung der Wärmelehre grundlegenden Untersuchungen in einer 1824 erschienenen Abhandlung über „die bewegende Kraft der Wärme" niederlegte. Die Abhandlung enthält die berühmt gewordene Theorie des in vier Stadien zerlegbaren thermodynamischen Kreisprozesses, dessen Betrachtung CARNOT auf die Unmöglichkeit eines perpetuum mobile gründete, indem er dieses Prinzip als erster auch außerhalb der Mechanik zur Anwendung brachte [2]). CARNOTS Schrift, die zehn Jahre später durch CLAPEYRON eine vortreffliche mathematische Bearbeitung erfuhr, hat einen wesentlichen Einfluß auf die Energetik allerdings zunächst nicht erlangt. Es hat dies hauptsächlich darin seinen Grund, daß CARNOT in seine Darstellung einen Gedanken verwebte, der erst viel später seine Ausbildung fand und dem CARNOT eine klare Gestalt zu geben noch nicht imstande war. Der Begriff der disponiblen Energie, der CARNOT noch undeutlich vorschwebte, bestärkte ihn in seiner stofflichen Auffassung der Wärme und ließ ihn Bestandteile des ersten und zweiten Hauptsatzes in unklarer Weise miteinander vermengen. Trotz mancher hiedurch verursachter Fehler hat aber doch CARNOT die wechselseitige Umwandlung von mechanischer Kraft und thermischer Wirkungsfähigkeit erfaßt. „Denn überall, wo eine Temperaturdifferenz vorhanden ist, kann", wie er lehrt, „mechanische Kraft erzeugt werden, und überall, wo man von dieser Kraft etwas verbrauchen kann, ist es möglich, einen Temperaturunterschied zu schaffen und eine Störung des Gleichgewichtes in dem Wärmestoffe hervorzurufen" [3]).

Von dem größten Interesse sind für die Geschichte der Energetik indessen die nachgelassenen Aufzeichnungen des noch jung verstorbenen SADI CARNOT, die leider erst 1878 von seinem jüngeren Bruder HIPPOLYTE veröffentlicht wurden. Wie aus diesen zwischen 1824 und 1832 entstandenen handschriftlichen Notizen hervorgeht, ließ CARNOT später die Hypothese eines Wärmestoffes fallen und stellte sich ganz auf den Boden der mechanischen Wärmetheorie. „Die Wärme ist" — so lesen wir in den nachgelassenen Aufzeich-

1) Mémoires sur la chaleur (Paris 1804) p. 136.

2) Réflexions sur la puissance motrice du feu (2. ed., Paris 1878), p. 12.

3) ib., p. 9.



nungen" — „nichts anderes als die mechanische Kraft oder vielmehr in veränderter Form die Bewegung selbst, die nach ihrer Umwandlung in den kleinsten Teilen des Körpers vor sich geht. Überall, wo eine Zerstörung von bewegender Kraft stattfindet, ist mit ihr eine gleichzeitige Produktion von Wärme verbunden und zwar in einer Menge, die der Quantität der zerstörten bewegenden Kraft genau proportional ist. Umgekehrt wird überall dort, wo Wärme verschwindet, mechanische Kraft erzeugt. Man kann es also" — so fährt CARNOT fort — „als ein allgemein gültiges Gesetz ansehen, daß in der Natur die bewegende Kraft ihrer Quantität nach unveränderlich ist, daß sie eigentlich nie entsteht und nie vergeht. In der Tat wechselt sie nur ihre Form; sie ruft bald die eine, bald die andere Art von Bewegung hervor, ohne aber je vernichtet zu werden" [1]).

Diesen so bewundernswert klaren Ausführungen läßt CARNOT noch die geschichtlich höchst interessante Bemerkung folgen, daß die Erzeugung einer Einheit von bewegender Kraft die Zerstörung von 270 Wärmeeinheiten erfordere [2]). Da CARNOT als Einheit der Bewegungskraft die Dynamie, die 1000 kg m gleich ist, wählt, so ergab also seine Bestimmung des Wärmeäquivalentes den Wert von 370 kg m. Leider können wir aber nur Vermutungen darüber anstellen, auf welche Weise CARNOT diese erste Berechnung der wichtigen Umwandlungskonstante gelang. Wahrscheinlich hängt die Bestimmung mit experimentellen Untersuchungen CARNOTS zusammen, deren Gegenstand die Expansionsarbeit des sich abkühlenden Dampfes bildete. Schon in seinen „Betrachtungen über die bewegende Kraft der Wärme" teilte CARNOT als das Ergebnis einer Versuchsreihe der Erkenntnis mit, daß „1000 Wärmeeinheiten, wenn sie von einem auf 1° erhaltenen Körper zu einem anderen auf 0° erhaltenen übergehen, 1·395 Einheiten bewegender Kraft hervorbrächten" [3]). Nun ist aber die mechanische Arbeit, die bei einem derartigen Prozesse geleistet werden kann, jedenfalls gleich dem Produkte aus der Quantität dieser thermischen Energie und aus ihrer Intensitätsverminderung. Die Quantität, in diesem Falle die Entropie, erhält man aber, wenn man die Wärmelänge durch die absolute Temperatur, also durch 274, dividiert; die Intensitätsverminderung beträgt 1° C. Aus der von CARNOT berechneten Zahl (1·395) würde sich also für das mechanische Wärmeäquivalent der Wert von ungefähr 380 kg m ergeben, der so ziemlich mit der in dem handschriftlichen Nachlasse mitgeteilten Größe übereinstimmt.

1) ib., p. 94. 2) ib., p. 95. 3) ib., p. 82.



— Aus einer anderen Angabe CARNOTS, die sich auf den Wärmeübergang von einem auf 100° erhaltenen Körper zu einem auf 99° erhaltenen bezieht [1]), würde übrigens für das Äquivalent der noch bessere Wert von 414 kg m folgen.

Wenige Jahre vor dem Erscheinen von ROBERT MEYERS erster Abhandlung veröffentlichte auch der französische Eisenbahntechniker MARC SÉGUIN zahlreiche experimentelle Daten, die sich auf die wechselseitige Transformation von mechanischer und thermischer Energie bezogen. Sein 1839 erschienenes Werk über „die Bedeutung der Eisenbahnen" enthält eine interessante Tabelle, in der SÉGUIN die Werte der in kg m gemessenen Arbeiten zusammenstellte, die von 1 m^3 Wasserdampf bei Abkühlungen zwischen verschiedenen Temperaturen geleistet werden [2]). Diese Tabelle ermöglicht es nun, unter Benutzung der Werte für das spezifische Gewicht und für die spezifische Wärme des Wasserdampfes die Arbeit zu berechnen, die der Abkühlung von 1 g Wasser um 1° C entspricht. Die Resultate dieser Rechnung hat SÉGUIN selbst in einem später erschienenen kurzen Aufsatze zusammengestellt; sie ergeben im Mittel für das mechanische Wärmeäquivalent den Wert von 449 g m [3]).

So war eigentlich bereits zwei Vertretern der technischen Wissenschaft die Bestimmung dieser wichtigen Umwandlungskonstante noch vor dem Jahre 1842 gelungen, in dem die sogenannte Entdeckung des Energieprinzipes erfolgte. Die naturphilosophischen Arbeiten ROBERT MEYERS, die experimentellen Messungen JOULES und die mathematisch-physikalischen Untersuchungen HELMHOLTZ' brachten dann im fünften Jahrzehnte des neunzehnten Jahrhunderts die Entwicklung des Krafterhaltungsgesetzes zu einem gewissen Abschlusse. Freilich dauerte es noch einige Zeit, bis die anfangs kaum beachteten Gedanken MEYERS auch eine weitere Verbreitung fanden. Wenn aber heute die Grundideen der Energetik Gemeingut aller Gebildeten geworden sind, so ist dies gewiß in hohem Maße der modernen Technik zu danken, die in so vielen ihrer Schöpfungen, namentlich aber in den großartigen Anlagen, die der elektrischen Kraftübertragung dienen, die Äquivalenz und Umwandelbarkeit der verschiedenen Energieformen in der anschaulichsten Weise auch dem Laien vor Augen führt.

1) ib., p. 84.
2) De l'influence des chemins de fer (Paris 1839), p. 389.
3) Comptes rendus XXV, 1847, p. 420—422.



Eine Flussverunreinigung durch Brennereiabwässer und Begutachtung derselben vor hundertfünfzig Jahren.

DR. JOHANN WITTMANN-Wien.

In „Schauplatz der Künste und Handwerke, verlegt in Königsberg bei JOH. KANTNER 1775" finden sich auf Seite 325 zwei Gutachten über Verunreinigung der Pleiße bei Leipzig durch Brennereiabwässer.

Aus dem Gutachten der Fakultät Leipzig geht hervor, daß die damaligen Brennereien bereits mit Mastanstalten verbunden waren. 140 bis 150 Schweine mästen die Brennereien mit ihrer Schlempe.

Der Fischkonsum dürfte namentlich bei Anwesenheit des kgl. Hofes ein ziemlich bedeutender gewesen sein. In den Hältern sollen sich für 6 bis 800 Reichstaler Fische befunden haben.

Die Fakultät erklärt, daß organische Abwässer bei ungenügender Verdünnung durch den Vorfluter schädlich sind, bei hinreichender eine Zufuhr von nützlicher Fischnahrung bedeuten. Den durch organische Abwässer erzeugten Sauerstoffmangel erkennt die Fakultät noch nicht als Todesursache der Fische. Sie glaubt vielmehr an eine durch Säuren hervorgerufene Verätzung der Kiemen.

Fünf Jahre nach Abgabe dieses Gutachtens sieht sich das Stadtphysikat genötigt, in derselben Sache einzuschreiten. Wieder findet sich die Meinung, daß die Abwässer ätzen. Außerdem wird die Einleitung der nicht gekühlten Schlempe wegen ihrer Hitze als besonders schädlich bezeichnet. Neu ist, daß die suspendierten Bestandteile des Abwassers die „Ohren"[1]) der Fische verlegen.

Der Originaltext der Gutachten ist folgender:

Anhang.

A.

Aus dem uns zugesandten Aufsatze haben wir ersehen, daß darüber: Ob der Saumist mit Branteweinspühlicht vermischt ,den Fischen, wenn er in großer Menge in das fließende, zumal kleine Wasser bey heißen Sommertagen geworfen wird, Nahrung gebe, oder, ob es nicht vielmehr den Fischen schädlich sei?

---

1) Das ist doch nur ein volkstümlicher Ausdruck für die Kiemen! St.



zwischen dem hiesigen Fischerhandwerk, und dem königl. Hofeinkäufer und Fischhändler Schleiffen an einem, und den Branteweinbrennern andern Theils, Irrungen entstanden, und das erstere von den Branteweinbrennern schlechterdinges bejahet, das letztere aber im Gegenteil von dem Fischerhandwerk und gedachten königl. Hofeinkäufer und Fischhändler Schleiff, vorzüglich aus folgenden Gründen behauptet werden wollen, daß

1.) zwar Karpen, Karauschen, Schleyen und große Weißfische mit eingequellter NB. heißer Gerste und Traben gefüttert würden, daher aber gar nicht folge, daß dergleichen Fische auch mit Saumist, weil selbiger aus geschrotener Gerste entstanden und übrig geblieben, ernähret werden könnte:

2.) ja Hechte, Barsche, Schmerlen, Aaalraupen und Forellen, als sehr klar und helles Wasser liebende Raubfische ganz andere Nahrung haben müßten, auch die Krebse noch vielweniger dergleichen genießen könnten:

3.) es mit der Saumastung diese Bewandniß habe, daß die Branteweinbrenner ihren Schweinen die geschrotene Gerste mit häufigen Branteweinspühlicht einrührten, und gedachtes Spülicht beständig zum Saufen in großer und häufiger Maaße in die Tröge gössen, welches die Schweine mit ihren Rüsseln heraus und in dem im Stalle befindlichen Saumist würfen, als woraus und der übrigen unreinen Jauche wie allen nahe bey Branteweinbrennern wohnenden oder bei ihren Wohnungen auch nur nahe vorbeygehenden sattsam bekannt sey, so entsetzlicher und unerträglicher Gestank entstünde, daß die an der Pleiße wohnenden Branteweinbrenner selbigen Mist lieber in das Wasser würfen, und sich dessen entschütteten, als daß sie ihn in ihren Häusern erst sammeln und verkaufen sollten:

4.) bey heißen Sommermonathen die Pleiße sehr klein würde, (wie bis zum 26 Jun. a. c. geschehen, und zu gedachten Zeiten alle Jahre zu geschehen pflege) folglich der in selbige täglich von mehr denn 140 bis 150 Schweinen geworfene Saumist und Saujauche theils nur ganz langsam in den Fluß herunterzöge, und dadurch das Wasser in der Pleiße, weil es alsdenn sehr warm wäre, und mit dem in sich haltenden Saumist in eine recht heftige faulende Gährung gienge, sehr stinkend machte, also nicht zu zweifeln sey, daß davon die Fische in der Pleiße besonders in den Schleiffischen Fischbehältern, als welche mitten in der Pleiße, und den Branteweinbrennern sehr nahe lägen, und bey Anwesenheit des königl. Hofes, öfters für 6 bis 800 Rthlr. Fische darinnen stünden, Schaden leiden möchten, auch alle Fische in der Pleiße auf eine ziemliche Weite bey kleinen und warmen Wasser, wie die Fischer seit etlichen Jahren wahrgenommen, wo nicht gleich getödtet, doch vertrieben würden, folglich der Saumist, vor allen anderen, unter diejenigen Dinge zu rechnen scheinen möchte, welche in die Flüsse zu werfen, laut der Fischord. d. a. 1711 § IV. verboten worden.

Wenn denn nun zu Entscheidung abstehender Streitfrage: Ob nehmlich der Saumist von der Branteweinbrennermast mit Brantweinspühlicht vermischt, den Fischen, wenn er in großer Menge in das fließende, zumal kleine Wasser bey heißen Sommertagen geworfen wird, Nahrung gäbe, oder, ob er nicht vielmehr den Fischen schädlich sey?

unser in arte medica gegründetes Gutachten erfordert wird; so geben wir nach genugsamer Durchlesung des Aufsatzes und dießfalls gepflogener collegialischer Überlegung zur Antwort:

Das obgleich es das Ansehen gewinnen möchte, daß die sowohl im Saumist als Branteweinspülicht von denen in selbigen gewesenen, geschrotenen, mehlichten Körnern übrig gebliebene und nicht ganz vollkommen, weder durch die faulende, noch resp. sauere Gährung destruirte und zu nichts gemachte nahrhafte Theile, zumaln, wenn selbige mit hinlänglichen frischen Wasser von den ganz verdorbenen stinkenden Teilen abgewaschen und abgesondert worden, ein ansehnliches zur Nahrung der Fische beytragen könne, als wovon wir durch die Erfahrung selbst überzeuget worden, indem die in angesehenen großen und sehr wasserreichen Flüssen, in welche häufiger Unflath von Menschen und vielerley Thieren geführet und eingespühlet wird, befindliche Fische davon ihre reiche Nahrung, Gedeyhen, Wachsthum und Zunehmen, erhalten:

Dennoch aber und dieweil obgedachte aus dem Saumist und Branteweinspühlicht etwa für einige Fische noch zu erwartende wenige Nahrung nur unter der besonderen Bedingung selbigen zu statten kommen möchte, wenn beydes in einen frischen fließenden wasserreichen Fluß hinlänglich verdünnet, auseinandergespühlet, und von dem heftig stinkenden, faulenden, und scharfen Wesen mehr abgesondert wäre, sich aber bei diesem anderen Falle gerade das Gegentheil zeigt, angesehen der in der Pleiße mit Branteweinspülicht häufig geworfene Saumist, diesen an und für sich kleinen und bey warmen Sommermonathen größtentheils ausgetrockneten Fluß verschlemmet, und mit einer aus demselben, und dem wenigen warmen Wasser entstandenen sehr heftigen, faulen, scharfen und ätzenden Gährung ansteckt, wie wir denn hierbey nicht allein auf das aus den recrementis crescentis fermentationis übrige beizende heftige Acidum, sondern auch besonders auf fermentationem und corruptionem putredinosam zu sehen haben, welche beyde, da sie dem Wasser einen heftig scharfen und faulen Geruch mittheilen, der den nur Vorbeygehenden schon unerträglich fällt, und also in dem ganz verdorbenen Wasser, in dem die Fische leben sollen, noch weit heftigere und schädlichere Wirkungen hervorbringen muß, da er doch die bronchias, als welche die wahren organa respirationi piscium sind, durchpassiret, die in selbigen befindlichen kleinen und zarten Gefäße zusammenziehet, und sie also zur



freyen Circulation des Blutes, welche zum Leben der Fische ganz unentbehrlich ist, unfähig macht:

Aus welchem allen erhellet, daß der mit Branteweinspühlicht vermischte, in das fließende, zumal kleine Wasser bey heißen Sommertagen in großer Menge geworfene Saumist nicht etwan nur jenen, an rein und hellfließend Wasser gewohnten Raubfischen, als Hechten, Barschen, Schmerlen, Aalraupen, Forellen, sondern allen Fischen überhaupt, sie mögen Namen haben wie sie wollen, nicht die mindeste Nahrung gebe, sondern allen ohne Ausnahme höchst schädlich sey. Uhrkundlich mit unserm Facultätsinsiegel bestätigt,

Leipzig den 14 Julii 1759.

Decanus Senior auch übrige Doctores
nnd Assessores der medizinischen
Facultät allhier.

Anhang.
B.

Nachdem Christoph Heinrich Ficker, Burger und Branteweinbrenner allhier in seinem neu angelegten Branteweinbrennhause, das von dem abgezogenen Brantewein übrig gebliebene Spühlicht heiß in die Pleiße laufen lassen, und mir Endes unterschriebenen auf E. E. und Hochweisem Raths Verordnung die Frage: Ob das warme Branteweinspühlich den Fischen schädlich sey? vorgelegt worden; als gebe ich hierauf nach sorgfältiger Ueberlegung, folgendes zur Antwort:

Ob es schon scheinen möchte, daß wegen des Einlaufens des Branteweinspühlichts in einem Flußwasser, deswegen nicht eben nicht viel zu besorgen seyn könnte, weyl die Beymischung desselben mit der Menge des Wassers so in einem Flusse enthalten, keine Proportion hielte, und durch die natürliche Kälte des Wassers die dazu gekommenen Theile der Wärme leicht vertheilet und unempfindlich gemacht werden könnten; dennoch aber, da dieses von gemeinem Wasser einigermaßen, doch aber nicht vollkommen gelten könnte, so ist daraus auf das Branteweinspühlicht kein Schluß zu machen. Denn da dasselbe durch die vorhergegangene Destillation von allen spirituösen und öhlichten Theilen nicht entblöset, und dieselben dadurch nicht abgesondert werden, und diese einen größeren Grad der Wärme als gemeines Wasser annehmen und länger erhalten, auch über dieses noch scharfe und ätzende Theile beygemischt haben, welches aus dem gewöhnlichen Experimente deutlich genug abzunehmen, da das Branteweinspühlicht zu Polirung des Kupfers in der Haushaltung genommen zu werden pfleget; hierzu ferner kommt, daß das Branteweinspühlicht niemalen von den Trebern und Spalzen des



zur Verfertigung des Branteweins gebrauchten Malzes völlig frey seyn könne, diese aber sich in das zarte Gewebe der Fischohren insinuiren, und diesen zum Leben der Fische höchstnöthigen Theil verletzen, denselben dannenhero zum Sterben oder Abstehen Gelegenheit geben: da auch endlich die Wärme des Branteweinspühlichts, das ohnedem vorjetze warme Wasser, zumalen, wenn es klein und wenig, wie an dem Orte, wo das Fickerische Branteweinspühlicht in die Pleiße kommt, zu bemerken, immer mehr und mehr wärmet, und folglich den Fischen schadet; überdieses auch aus der Erfahrung bekannt ist, daß die Fische in sehr und oft gewärmtem Wasser nicht bestehen können, auch dieses um destomehr geschehen muß, wenn es durch heiße und an sich feurige Materien noch mehr erhitzet wird; als ist aus angeführten Gründen zu schließen:

Daß das warme Branteweinspühlicht den Fischen allerdings schädlich sey.

Solches habe mit eigenhändiger Unterschrift pflichmäßig attestiren sollen. So geschehen Leipzig den 21. Juli 1764.

(L. S) D. ERNST GOTTLOB BOSE,
Stadtphysicus.



Chemisches und Alchemisches aus Aristoteles.

Herrn Staatsrat Prof. Dr. RUDOLF KOBERT zu Rostock in aufrichtiger Verehrung dargebracht.

Von Prof. Dr. EDMUND O. VON LIPPMANN.

Einleitung.

1.

Vorbedingung für die Abfassung einer Geschichte der Chemie im Altertum ist die genaue Feststellung der chemischen Kenntnisse, die sich in den Werken der bedeutendsten antiken Schriftsteller vorfinden, oder aus ihnen zu entnehmen sind. An wirklich brauchbaren Arbeiten in dieser Richtung herrscht noch großer Mangel, der sich durch die geringe chemische Bildung der Philologen, und die ebenso geringe philologische der Chemiker, genügend erklärt: denn zu annehmbaren Ergebnissen kann auf diesem Gebiete nur gelangen, wer die Quellenschriften versteht (wenn auch nur unter Mitbenützung von Hilfsmitteln), und zugleich die Wichtigkeit ihres Inhaltes zu erkennen und zu beurteilen vermag. Beide Fähigkeiten finden sich heutzutage nur selten in jenem Maße verbunden, das Arbeiten von absoluter Vollendung verbürgt, daher wird man sich vorerst in vielen Fällen auch mit solchen relativen Wertes begnügen müssen [1]), namentlich wenn es sich um Werke eines Autors handelt, die, durch Vielseitigkeit des Inhaltes und durch Schwierigkeit der Form, auch heute noch, zweiundzwanzig Jahrhunderte nach ihrer ersten Niederschrift, selbst Fachgelehrten viele und große Rätsel zu lösen bieten.

Dies ist der Fall bei den Schriften des ARISTOTELES. Sogar hinsichtlich der vielgelesensten durfte, unter Allen die ihnen im Laufe der Zeiten nähertraten, noch Keiner die Behauptung wagen, er habe

1) S. die Aufsätze über die chemischen Kenntnisse des PLINIUS und DIOSKURIDES (in meinen „Abhandlungen und Vorträgen zur Geschichte der Naturwissenschaften", Leipzig 1906), sowie über „Chemisches und Physikalisches aus PLATON" (1907; „Journal f. prakt. Chemie" II, Bd. 76, S. 513).



die weltumfassende Bedeutung des Dargelegten völlig erschöpft, die großen Richtlinien wie ihre feinen Verzweigungen überall zutreffend herausgefunden, und die plangemäßen Zusammenhänge allerorten lückenlos aufgedeckt. Gilt dies aber schon von jenen Lehrgebieten, die, ihrer hohen Wichtigkeit halber, den Gegenstand ausführlicher Werke bilden und auch seit jeher mit besonderem Eifer erklärt und kommentiert wurden, so wachsen die Bedenken, wenn es sich nicht mehr darum handelt den Stand einer Disziplin zu einer bestimmten Zeit festzulegen, sondern Anfängen und Vorahnungen nachzuforschen, denen erst in späterer Zeit eine Wissenschaft entspringen sollte. Denn nur selten lassen sich hierbei die Umrisse des Bildes gleich in großen Zügen gestalten, zumeist aber ist die Aufgabe gestellt, die Lücken des Mosaiks mit kleinen Steinchen auszufüllen, die der Gesamtheit eines ungeheuren, ganz anderen Zwecken dienenden, nicht wohlgeordneten, und nicht immer einheitlichen Materials zu entnehmen, und aus tausendfältigen Zufalls-Verbindungen herauszulösen sind. Die Unvermeidlichkeit, aber auch die Mißlichkeit eines solchen Verfahrens leuchtet ein, und notwendigerweise werden ihm mancherlei Mißverständnisse und Irrtümer entspringen müssen; diese zu bemerken und zu berichtigen, mag der dankenswerten Betätigung philologischen und philosophischen Fachwissens vorbehalten bleiben.

2.

Bald nach dem Tode seines erlauchten Zöglings, Alexander des Großen, sah sich Aristoteles, der bis dahin ungestört in Athen gelebt und gewirkt hatte, durch die lebensgefährliche Anklage auf Asebie (Religions-Störung) bedroht, die seine orthodoxen, politischen (anti-macedonisch gesinnten) und persönlichen (dem Redner- und Gelehrten-Stande angehörigen) Gegner in einmütigem Zusammenwirken wider ihn erhoben. Da es aussichtslos war, den Fanatismus der Parteien durch Gründe zu widerlegen, verzichtete ARISTOTELES auf die Beschreitung des Rechtsweges, und verließ die Stadt „deren Bürger sich nicht zum zweiten Male an der Philosophie versündigen sollen", sowie seine im Jahre 335 unweit des „Lykeion" begründete Schule, unter deren schattigen Baumreihen auf- und ab-wandelnd er vorzutragen und zu lehren pflegte [1]). Er begab sich

1) Von „Lykeion", dem Heiligtume des APOLLON LYKEIOS (des Wolfstödters), schreibt sich unser „Lyceum" her, vom Wandeln unter den Baumgängen (περίπατοι = Peripatoi) der Namen „Peripatetiker" für die Anhänger der aristotelischen Philosophie.



nach Chalkis auf der Insel Euböa, der Heimat seiner Mutter, und gedachte dort einen politischen Umschwung abzuwarten, den er für nahe bevorstehend hielt; doch erlebte er einen solchen nicht mehr, da ihn schon nach kurzer Zeit ein schweres inneres Leiden im 63. Lebensjahre, 322 v. Chr., hinwegraffte.

Über die Schicksale der Werke, die ARISTOTELES hinterließ, sind wir nur unvollständig unterrichtet, doch steht soviel fest, daß sie lange Zeit hindurch einer getreuen und ununterbrochenen Überlieferung völlig ermangelten, und daß ihnen die, im Ganzen noch heute übliche Fassung und Anordnung, erst gegen 70 v. Chr. zuteil wurde. Schon betreff der Zahl der Schriften herrscht Ungewißheit: der Philosoph PTOLEMÄUS gibt sie (wie eine arabische Überlieferung besagt) auf 92 an, DIOGENES aus Laerte auf 146, HESYCHIOS gar auf 196; doch sind hierunter vielleicht nur Abhandlungen oder Kapitel zu verstehen, denn über die ursprünglichen Benennungen und Einteilungen ist uns nicht viel Sicheres bekannt, und die heute gebräuchlichen rühren unr in wenigen Fällen von ARISTOTELES selbst her. So z. B. stammt der Gesamttitel „Organon" (= Werkzeug) für die logischen Hauptwerke erst aus byzantinischer Zeit, und die „Metaphysik" wurde so benannt, weil sie sich im Corpus der aristotelischen Schriften unmittelbar nach (μετὰ = meta) der Physik eingereiht findet, und nicht etwa weil ihr Inhalt über den der Physik hinausgeht; ARISTOTELES selbst zitiert sie als πρώτη φιλοσοφία (= Prinzipien oder Grundfragen der Philosophie). — Auch die zeitliche Reihenfolge der Schriften hat sich bisher nicht mit völliger Bestimmtheit ermitteln lassen; wahrscheinlich ist, daß die rein logischen die ältesten sind, und daß ihnen zunächst die naturgeschichtlichen und psychologischen, und weiterhin die ästhetischen, ethischen, und politischen folgten.

In der großen, von der Berliner Akademie der Wissenschaften veranstalteten Ausgabe füllen die Werke des ARISTOTELES zwei Quartbände mit 1584 zweispaltigen Seiten und 126720 Druckzeilen; einschließlich einiger Fragmente und des 1891 aus einem Papyrus entzifferten „Staatswesens der Athener" kann man den Gesamtumfang auf rund 130000 Zeilen veranschlagen.

Keine der von ARISTOTELES völlig ausgearbeiteten und von ihm selbst veröffentlichten Schriften scheint unverändert auf uns gekommen zu sein. Die erhaltenen Texte lassen sich, der gegenwärtig vorliegenden Gestalt gemäß, ungezwungen in folgende wesentliche Gruppen einteilen:

a) Echte Hauptwerke. Sie beruhen auf eigenen (teilweise jedoch nur Zwecken des Vortrages dienenden) Aufzeichnungen, auf Nachschriften

16*

der Hörer, und auf Traditionen der Schule; Herausgeber, und zwar oft recht späte, redigierten und kombinierten diese Quellen, und hieraus erklärt sich das Nach- und Durcheinandergehen mehrfacher Texte, sowie der Mangel an Styleinheit; einige sind nur stückweise erhalten, z. B. die „Poëtik" und „Ökonomik".

b) Entwürfe und Stoffsammlungen. Sie tragen durchaus fragmentarischen Charakter, ja sind zuweilen nichts weiter als Konglomerate von Auszügen aus fremden Schriften nebst einschlägigen Zusätzen und Bemerkungen, — oft von späterer Hand. Hierher zählen u. a. die „Wunderbaren Nachrichten", die „Probleme", ganze Teile der zoologischen Bücher, usf.

c) Unechte und untergeschobene Werke. Hinsichtlich ihrer Beurteilung gehen die Meinungen der Kritiker noch auseinander. Gänzlich unecht sind wohl die Schriften „Über die Welt" (De cosmo), „Über den Lebenshauch" (De spiritu), „Über die Pflanzen", und „Über die Physiognomik", von denen die beiden ersteren vermutlich nicht vor dem zweiten Jahrhunderte v. Chr., die dritte (durch NIKOLAOS DAMASKENOS) zur Zeit der Kaisers AUGUSTUS, und die vierte erst um 100 n. Chr. ihre gegenwärtige Gestalt erhielten; gewiß sind aber auch in ihnen einzelne Züge als aristotelisch anzuerkennen, um so mehr als wir wissen, daß es z. B. ein echtes Buch „Über die Pflanzen" gab, das aber verloren gegangen ist, — ebenso wie noch manche andere wichtige Abhandlungen, z. B. die mit Zeichnungen versehene „Über die Zergliederung (Anatomie) der Tiere" und die „Über Astronomie". Für teilweise unecht gelten u. a. die „Eudemische Ethik", die „Große Ethik", die „Rhetorik an ALEXANDER", die Schriften über „Farben", „Töne", „Mechanik", „Bewegungsvermögen der Tiere", sowie die über „MELISSOS und ZENON", die „Lehren der Atomistiker", und die „Tugenden und Laster". Die meisten unter ihnen gehen fraglos auf gute aristotelische Tradition zurück, doch läßt sich kaum mehr mit Sicherheit feststellen, in welchem Umfange sie allmählich durch Einschiebsel und Weglassungen entstellt wurden, und ob diese allein der Unwissenheit und Sorglosigkeit der Abschreiber, sowie der Ungunst der Zeiten, oder auch der planmäßigen Tendenz der Redaktoren zur Last fallen; sie bleiben in ihrer großen Mehrzahl wichtige Quellenwerke, sind aber im einzelnen nur mit Vorsicht zn benutzen.

3.

Der hier zu gebenden Darstellung der Lehren des ARISTOTELES liegen die nachbenannten Schriften zugrunde [1]), die unter folgenden, in alpha-

1) Ganz ausgeschlossen wurde die Abhandlung des NIKOLAOS DAMASKENOS „Über die Pflanzen".



betischer Anordnung vorangestellten, abgekürzten Bezeichnungen zitiert werden:

1. A und A β: Analytica I. und II. (Logik).
2. At.: Lehren der Atomistiker.
3. Ath.: Staatswesen der Athener.
4. B.: Bewegungsvermögen der Tiere.
5. E.: Entstehen und Vergehen.
6. Eu.: Eudemische Ethik.
7. F.: Fortbewegung der Tiere.
8. Fa.: Über die Farben.
9. Fr.: Fragmente (Berl. Akad. Ausg., Bd. II, S. 1463).
10. Gr.: Große Ethik.
11. H.: Hermeneutik (Über Sprache und Gedanken).
12. Hi.: Über das Himmelsgebäude.
13. Kat.: Kategorien (Lehre vom Begriff).
14. L.: Über die unteilbaren Linien.
15. M.: Meteorologie.
16. Mech.: Mechanische Probleme.
17. Mel.: Über MELISSOS (XENOPHANES), ZENON und GORGIAS.
18. Met.: Metaphysik.
19. Ni.: Nikomachische Ethik.
20. Ö.: Ökonomik.
21. P.: Parva Naturalia (= Kleine naturwissenschaftliche Schriften).
22. Pg.: Physiognomik.
23. Ph.: Physik.
24. Po.: Poetik.
25. Pr.: Probleme.
26. Rh.: Rhetorik.
27. Rh. Al.: Rhetorik an Alexander.
28. S.: Über die Seele.
29. Sp.: Über den Lebenshauch (De spiritu).
30. St.: Über den Staat.
31. T.: Tugenden und Laster.
32. Th.: Teile der Tiere.
33. To.: Topik (Lehre von den Schlüssen); Anhang, Buch IX: Über Trugschlüsse.
34. Tö.: Über die Töne.
35. W.: Wunderbare Nachrichten.
36. We.: Über die Welt (De cosmo).
37. Wi.: Über die Winde.
38. Z.: Zeugung und Entwicklung der Tiere.
39. Zo.: Tierkunde (Zoologie).

Von diesen gehören im wesentlichen an (denn eine strenge Einteilung zu geben ist unmöglich):

Der Logik und reinen Philosophie: 1. 13. 17. 18. 33.
Der Psychologie und Naturphilosophie: 5. 21. 25. 28. 29. 36.
Der Ethik: 6. 10. 19. 31.
Der Ästhetik: 24.
Der Sprachwissenschaft: 11. 26. 27.

Der Mathematik: 14.
Der Physik und Chemie: 2. 8. 12. 15. 16. 23. 34. 35. 37.
Der Zoologie: 4. 7. 22. 32. 38. 39.
Der Politik und Nationalökonomie: 3. 20. 30.

Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß manche der aristotelischen Titelworte ganz anderes besagen, als was man gegenwärtig unter ihnen zu verstehen pflegt: so z. B. bezweckt die „Zoologie" nicht sowohl die Beschreibung der Tiere, als die Erkenntnis der verschiedensten, innerhalb der gesamten Tierwelt waltenden Beziehungen; die „Physik" ist weniger Physik in jetzigem Sinne, als Naturphilosophie mit physikalischem Einschlage; die „Meteorologie" behandelt, außer ihrem heutigen Gebiete, alles mögliche zwischen Himmel und Erde Schwebende oder als schwebend Gedachte, sowie das aus ihm Entstehende oder als entstehend Angenommene, usf.

Im folgenden sollen nun zunächst die einschlägigen allgemeinen Grundsätze und Anschauungen des ARISTOTELES über Naturforschung dargelegt werden, und sodann seine besonderen Ansichten über die wichtigsten chemischen Probleme (im weitesten Sinne); ein zusammenfassender Rückblick, und eine Erörterung der Bedeutung und Nachwirkung der aristotelischen Lehren sind bestimmt, den Schluß dieser Abhandlung zu bilden.

I. Grundsätze der Naturforschung.

Zur wahren Einsicht führen Verwunderung und gründlicher Zweifel: ihr Auftauchen zeigt an, daß im Faden des Denkens Knoten vorhanden sind, und aus deren Lösung entspringt dann die richtige Erkenntnis [1]).

Zweck der Naturforschung ist, das richtig durch die Sinne Beobachtete zu erklären, übereinstimmend mit der Erfahrung, und ohne Rücksicht auf irgendwelche Voraussetzungen oder vorgefaßte Meinungen [2]); denn die Meinungen der Menschen wechseln häufig, auch gelangen längst abgetane wieder zu neuer Bedeutung, und dieser Vorgang wiederholt sich unaufhörlich [3]). Allerdings sind die Erscheinungen nur zu einem Teile erklärbar, zu einem anderen aber nicht; alle folgen jedoch natürlichen Gesetzen und stehen in gesetzmäßigem Zusammenhange [4]).

Ohne Erfahrung und Anschauung ist ein zureichender Einblick und Überblick unmöglich [5]); man gelangt ohne sie nur zu nichtssagenden und Schein-Erklärungen [6]), die nicht mehr Wert haben als gewisse, formal ganz richtige Schlüsse, die auch ein Blindgeborener betreffs der Farben ziehen

1) Met. III, 1. 2) Hi. III, 7. 3) M. I, (3), 4. 4) M. I, (1), 2. 5) E. II, 2. 6) Z. II, 132.



kann, ohne daß er sich aber bei solchen Worten auch etwas Entsprechendes vorzustellen vermöchte [1]).

Die Wissenschaft geht also aus der Erfahrung hervor [2]), und ihr Umfang ist bestimmt durch jenen der vorliegenden Beobachtungen und durch deren Genauigkeit [3]); geraten ihre Schlüsse mit der Erfahrung und den Tatsachen in Widerspruch, so beweist dieses, daß die Beobachtungen ungenügende waren [4]). Nicht selten fehlt es noch überhaupt an Beobachtungen [5]); *wird man sie aber künftig machen, so ist ihnen mehr Glauben beizumessen als der Theorie, und dieser nur insoweit zu vertrauen, als sie zu den nämlichen Ergebnissen führt wie die Beobachtungen* [6]); Tatsachen beweisen [7]).

Man wird demnach teils selbst zu untersuchen, teils andere Untersuchende zu befragen haben, und wenn sich hierbei eine Meinung ergibt, die von der bisher gehegten abweicht, so kann man zwar beide wertschätzen, folgen muß man aber der als zutreffend befundenen [8]).

In letztem Grunde beruht alles besondere Wissen auf sinnlicher Beobachtung, nämlich entweder auf Induktion, die aus dem Einzelnen, oder auf Deduktion, die aus dem Allgemeinen erfließt; zu letzterem aber könnte man, ohne vorheriges Erfassen des sinnlich wahrnehmbaren Einzelnen, gar nie gelangen [9]). Weil jedoch die Induktion nie ganz vollständig sein kann, und alle Schlüsse aus ihr nur insoweit zutreffen, als die Beobachtung reicht, so führt sie nie zu einem allgemein-gültigen, apodiktischen Wissen [10]); die Quelle *dieses* Wissens, z. B. des die logischen und mathematischen Axiome betreffenden, bleibt also zu erforschen [11]).

Beim Ziehen der Schlüsse ist Vorsicht geboten. Schlüsse allgemeinen Charakters darf man nicht auf Einzelfälle gründen, also nicht etwa auf solche hin behaupten „Was Licht von sich gibt, muß feuriger Natur sein", — denn das Leuchten des Meerwassers beweist das Gegenteil [12]). Ferner darf man aus den Erfahrungen nicht Folgerungen ableiten, die das Gebiet, innerhalb dessen jene gemacht wurden, völlig überschreiten, wie z. B. wenn man über das Weltall aussagen will auf Grund von Wahrnehmungen in dem uns zunächst umgebenden Raume, der doch dem Weltraume gegenüber so gut wie gar keiner ist [13]). Endlich wäre es töricht und lächerlich, über das Beobachtete, statt erst sein eigentliches, meist keineswegs zutage liegendes Wesen zu erforschen, ohne weiteres nach dem bloßen Augenschein abzuurteilen [14]).

1) Ph. II, 1. 2) Met. I, 1. 3) M. I (3) 20; II, (5), 14 und (6), 10; IV, (I), 2. 4) Z. III, 75 und II, 27; Hi. IV, 2. 5) Z. II, 75; III, 101. 6) Z. III, 14. 7) M. I, (14), 25. 8) Met. XII, 8; M. IV, (1), 2. 9) Aβ, I, 18 und II, 19; Ni. IV, 3. 10) Aβ. I, 31. 11) ebd., und Ni. II, 6. 12) Z. V, 95; Fa. 1; M. II, (9), 18. 13) Met. IV, 5. 14) Sp. 9.

In letzterer Hinsicht ist auch zu bedenken, daß zwar die Entwicklung der Organe und ihrer Funktionen stets gleichzeitig erfolgt, so daß es z. B. kein Auge ohne Sehen und kein Sehen ohne Auge gäbe [1]), daß aber dennoch zahlreiche Sinnestäuschungen möglich sind. Wer z. B. das eine Auge mit dem Finger aus seiner gewohnten Lage bringt, sieht alles zwiefach [2]), und wer einen kleinen Gegenstand mit gekreuzten (verschränkten) Fingern anfaßt und bewegt, der fühlt ihn auf das Bestimmteste doppelt, offenbar weil (entgegen dem gewöhnlichen und natürlichen Herkommen) das nämliche Objekt gleichzeitig mit den Außenseiten zweier Finger berührt wird. Derlei Täuschungen sind durch den Gesichtssinn korrigierbar, wären es aber nicht, falls es keinen solchen gäbe [3]); manche andere lassen sich aber überhaupt nicht beheben, so z. B. erscheint die Sonne einen Fuß breit, auch wenn man die überzeugende Gewißheit besitzt, daß sie weit größer ist als die Erde [4]), und das Flimmern der Sterne dauert fort, auch wenn man genau weiß, daß diese Bewegung keine objektive ist [5]).

Aber selbst mit der berichtigten Erfahrung ist noch nicht alles erschöpft, wenngleich aus ihr die ganze Wissenschaft hervorgeht: sinnliche Wahrnehmungen an sich ergeben noch keine Weisheit (Philosophie), denn sie stellen nur das Was fest, nicht das Warum, d. h. nur die Tatsachen, nicht aber deren inneren Zusammenhang [6]). Bestünden allein die sinnlichen Erscheinungen, so wäre jede Existenz aufgehoben sobald es an beseelten Wesen fehlte, weil doch nur diese der Sinnes-Wahrnehmungen fähig sind [7]), ja zugleich mit ihnen fiele sogar die Möglichkeit der Zeit fort [8]), von der man sonst sagt, daß sie endlos sei, daß sie nie stille stehe, und daß in ihr alles geschehe [9]).

Die Lehre des PROTAGORAS: „Der Mensch ist das Maß aller Dinge", muß daher für einseitig gelten, und insoweit für völlig unrichtig, als sie besagen soll, daß Das, was einem jeden scheint, sicher und fest so, und so allein, auch ist [10]). Es entspricht der Wahrheit, daß wir die Dinge nur infolge ihres Wirkens auf unsere Sinne, und nur diesem Wirken gemäß, überhaupt wahrnehmen, und ihnen daraufhin ihre Eigenschaften zuschreiben, denen deshalb, von der geringsten an bis zur Härte des Stahles, nur relativer Charakter zukommt [11]); ebenso entspricht es der Wahrheit, daß jeder die Dinge nur so wahrnimmt, wie sie ihm erscheinen, daher auch selbst das Nämliche in verschiedener, von seinem körperlichen Zustande abhängiger Weise, so daß er z. B. mit gleicher Richtigkeit denselben Wein einmal süß nennt, ein anderes Mal jedoch nicht [12]); das

1) Z. IV, 23. 2) Met. XI, 6; P. IV, 3. 3) Pr. XXXV, 10; P. IV, 2. 4) S. III, 3; P. IV, 2. 5) Hi. II, 8. 6) Met. I, 1. 7) Met. IV, 5. 8) Ph. IV, 4; über das Wesen der Zeit s. ebd. 10—14. 9) M. I, (14), 32. 10) Met. XI, 6. 11) M. IV, (4). 9; (8), 3; (9), 25. 12) Met. IV, 5.



aber, was alle solchen Wahrnehmungen erregte und erregen konnte, ist bei diesen sämtlichen Vorgängen unverändert geblieben, sein Sein ist nicht etwas bloß Relatives und Subjektives, wie sein Erscheinen[1]).

Die Frage „was dieses Seiende nun eigentlich ist?", erweist sich als identisch mit der Frage nach der Natur der Dinge, an die ihr ganzes Wesen, und bei organischen Gebilden auch noch besonders ihr Werden und Wachsen geknüpft ist[2]); sie läßt sich nicht weiter beantworten als dahin, daß die Natur der Dinge in ihrer Wirksamkeit besteht, d. h. in ihrer Fähigkeit, Wirkungen hervorzubringen oder aufzunehmen[3]). Zunächst freilich erscheint jedes Ding als bestimmt durch seinen Stoff und seine Form[4]); doch zeigt sich, daß wir nicht anzugeben vermögen was ein Stoff ist, sondern nur wie er wirkt, also etwa vom Silber nicht was es ist, sondern nur, daß es sich ähnlich verhält wie Zinn (also wie ein Metall)[5]); auch von der Form wissen wir nicht zu sagen was, sondern nur wie sie ist, und können nur noch beifügen, daß nach ihrer Zerstörung (wie das namentlich bei organischen Gebilden klar hervortritt) allein die Elemente übrigbleiben, woraus erhellt, daß das die Form und Individualität Bedingende nicht wieder aus den Elementen bestehen und nicht wieder materiell sein kann, vielmehr für unerkennbar gelten muß[6]). Zudem sind aber in den Dingen Stoff und Form so untrennbar verbunden, daß jeder Versuch, das dem einen und der anderen Zugehörige abzusondern, fast durchaus vergeblich erscheint[7]); es ist Einheit von Stoff und Form vorhanden, und nicht bloße Zusammensetzung, deren Möglichkeit übrigens wiederum unerklärt bleiben müßte.

Das Sein, die Existenz, kann daher durchaus nicht auf Grund einer Definition gefolgert werden: was z. B. als „Monade" zu bezeichnen sei, und ob die so bezeichnete Monade auch wirklich bestehe, sind zwei völlig verschiedene Fragen[8]).

II. Allgemeine Anschauungen.

Die Materie kann nicht aus dem Nichts entstehen, und muß daher als schon vorhanden vorausgesetzt werden[9]); insbesondere vermag auch keinerlei Art der Bewegung Materie hervorzubringen[10]), um so mehr als auch die in der Natur vorhandene Bewegung weder zu entstehen noch zu vergehen vermag, sondern unsterblich ist[11]). Die einmal gegebene Materie läßt sich weder vermehren noch vermindern, Materie tritt weder

1) Met. IV, 6. 2) Met. VII, 10; VIII, 1; V, 4. 3) M. IV, (12), 2. 5 und 7. 4) Met. V, 4. 5) Met. VII, 4; VIII, 3. 6) Met. VII, 16 und 17; VIII, 3. 7) Met. V, 4; VII, 11. 8) Aβ. I, 2 und 10; IV, 7. 9) Ph. I, 4 und 8; Met. VII, 9; XII, 3. 10) E II, 9. 11) Ph. VIII, 1; Met. XII, 6.



neu ins Dasein noch verschwindet sie, sondern sie ist allein der Veränderung fähig[1]).

Veränderungen und Umwandlungen werden hervorgerufen, indem Ungleichartiges oder Gegensätzliches aufeinander einwirkt, und zwar nicht ohne Berührung[2]). Diese braucht jedoch keine unmittelbare zu sein, sondern es genügt auch Vermittlung durch Zwischenteile, deren jeder nur den einen ihm zunächst liegenden in Bewegung setzt, etwa nach der Art der merkwürdigen und Verwunderung-erregenden „automatischen" Figuren und Kunstwerke, z. B. der als Weihgeschenke in den Tempeln stehenden Drehräder, oder der Apparate, die die Gaukler bei ihren Vorführungen benützen; die Bewegung kann aber auch gänzlich durch ein Medium übertragen werden, wie das bei Schall und Licht geschieht (s. unten)[3]).

Jede Veränderung, sei sie quantitativ oder qualitativ, beruht in letzter Linie auf Bewegungen, die zur Vereinigung und Trennung, zur Verdünnung und Verdichtung, u. dgl. führen; alle Körper sind fähig zur Aufnahme von Bewegungen, und nur wenn ihnen solche nicht zugeführt werden, befinden sie sich in Ruhe[4]). Ist ein Körper einmal in Bewegung gesetzt, so ist kein Grund dafür denkbar, daß er irgendwo stillestehen sollte, wenn er keinen Widerstand findet, wie das z. B. im Leeren (im Vakuum) der Fall wäre, soferne es ein solches gäbe[5]); aber auch das Ruhende widerstrebt, und verharrt an seinem Orte[6]).

Jeder Körper hat (wie schon PLATON lehrte) im Weltgebäude seinen bestimmten „natürlichen" Ort, der ihm „von Natur aus" zukommt, den er nicht ohne zureichenden Grund verläßt, und nach dem er sich stets wieder zurückbewegt, wenn er nicht gewaltsam daran gehindert wird[7]); denn stets bewegt sich Gleiches zu Gleichem[8]). Maßgebend für die Lage dieses natürlichen Ortes ist die Schwere der Körper, der gemäß sie sich rings um den Mittelpunkt des Weltgebäudes ordnen[9]). Allerdings ist Schwere eigentlich eine relative Bezeichnung, ähnlich wie Geschwindigkeit, und so wie diese in gewissem Grade auch dem Langsamen, so kommt jene auch dem Leichten zu[10]). Aber gegenüber diesem relativ, d. h. mit Anderem verglichen, Leichten und Schweren, besteht auch ein absolut, d. h. an sich, Leichtes und Schweres; Ersteres bewegt sich, seiner Natur gemäß, nach oben, vom Mittelpunkte des Himmelsgebäudes weg, der äußersten Höhe des Weltalls zu, Letzteres strebt im Gegenteile, seiner Natur gemäß, nach unten, zu diesem Mittelpunkte hin, ohne indessen weiter dringen zu können, als bis zu ihm; das Himmelsgebäude

1) Hi. I, 10 und 11; III, 2. Met. XII, 3; M. I, (14), 25. 2) E. II, 6 und 7. 3) Z. II, 19 und 76; Met. I, 2; Mech. 1; We. 6; B. 7. 4) Ph. V, 3; VIII, 7. 5) Ph. IV, 8. 6) Mech. 9 und 32. 7) Ph. IV, 1 und 4. 8) Hi. IV, 2—4. 9) M. I, (2), 1; (3), 14. 10) Met. X, 1.



hat eben ein Oben und Unten, es ist nicht ringsum gleichartig, und Gegenfüßler an ihm sind undenkbar und unmöglich [1]).

Sein Zentrum, zu dem sich alles Erdartige, der großen Schwere wegen, hinbewegt, ist der natürliche Ort der Erdkugel, die an ihm unverrückbar und unbeweglich beharrt [2]). Über die Kugelgestalt der Erde herrscht kein Zweifel, und sie läßt vermuten, daß nur ein einziges zusammenhängendes Meer den Raum zwischen den Westküsten Europas und Afrikas und den Ostküsten Indiens erfüllt; hierauf deuten auch die Ähnlichkeiten mancher Erzeugnisse dieser beiden Länder, wie denn z. B. sowohl Westafrika als auch Indien Elephanten hervorbringen [3]). Die Astronomie lehrt, daß die Erde weitaus kleiner als die Sonne, und dieser weitaus näher ist als den Sternen [4]), ferner daß die Sterne nur scheinbar, nämlich von der Erde aus gesehen, klein, in Wirklichkeit aber, ihrer unermeßlichen Entfernung entsprechend, ungeheuer groß sind [5]); im Verhältnisse zur Ausdehnung des Weltgebäudes ist daher die Größe der Erde gänzlich verschwindend [6]), so gut wie keine [7]), ein Nichts [8]), und die Erde nur ein Stern unter Sternen [9]).

Zunächst auf der Erde befindet sich das Wasser, das sie in Gestalt einer Kugelschale bedeckt, wie dies der Kugelgestalt der Erde entspricht [10]). In weiteren konzentrischen Kugelschichten folgt sodann die Luft, und schließlich das Feuer, dessen natürlicher Ort, infolge seiner großen Leichtigkeit, der oberste Raum ist, der bis an das Himmelsgewölbe reicht [11]).

Wasser und Luft, die ihren natürlichen Ort zwischen der schweren Erde und dem leichten Feuer haben, also Mittelglieder sind, zeigen auch eine mittlere Beschaffenheit, d. h. sie bewegen sich vorzugsweise das Eine nach unten, die Andere nach oben, sind aber auch der entgegengesetzten Bewegung nicht ganz unfähig [12]); während nämlich die Erde keine Leichtigkeit und das Feuer keine Schwere hat [13]), so daß sich „die Erde niemals an das Aufsteigen, das Feuer niemals an das Herabsinken gewöhnt“ [14]), und beide zu solchen unnatürlichen Bewegungen nur gewaltsam gezwungen werden können [15]), besitzen Wasser und Luft in dieser Hinsicht relative Eigenschaften: Wasser ist leicht gegenüber Erde, aber schwer gegenüber Luft, Luft leicht im Vergleiche zu Wasser, aber schwer im Vergleiche zu Feuer [16]).

Alles was sich oberhalb der Region des Mondes, also oberhalb des Himmelsgewölbes befindet, demnach die Gesamtheit der Gestirne und der

---

1) Hi. I, 3 u. 6; IV, 2. Ph. III, 5; VIII, 4. 2) Ph. III, 5; Hi. II, 8 u. 14; IV, 2—4. 3) Hi. II, 4; Met. II, 5. 4) M. I, (8), 6. 5) M. I, (3), 2 und 5. 6) M. I, (14), 19. 7) Met. IV, 5. 8) M. I, (3), 7. 9) Hi. II, 13. 10) Hi. II, 4; Ph. IV, 5. 11) Ph. IV, 5; V, 6. M. I, (2), 1; (3), 14. 12) Hi. IV, 3 und 5. 1) Hi. II, 2 und 4. 14) Gr. I, 6; Ni. II, 1. 15) Ph. IV, 8. 16) Hi. I, 3.



ganze übrige Weltraum, ist erfüllt von Äther, und besteht aus ihm. Äther ist eine „göttliche“, eine himmlische Substanz, durchaus und völlig verschieden von allen irdischen Stoffen, deren Gesetze daher für ihn keine Gültigkeit haben[1]; er ist immateriell, einfacher Natur, weder leicht noch schwer, unentstanden und unvergänglich, qualitativ unveränderlich, und in endloser einheitlicher Kreisbewegung begriffen[2]; diese ist nämlich die einfachste, gleichmäßigste, beharrlichste, ursprünglichste, und vollkommenste[3], und in ihr liegt Prinzip und Ursache aller, den gemeinen irdischen Stoffen zukommenden gerad- oder krummlinigen Bewegungen, und der durch diese veranlaßten Veränderungen der Materie[4].

III. Die Elemente.

Unter Elementen versteht man diejenigen Stoffe, in die die Übrigen zerlegt werden können, die sich aber selbst nicht mehr in andere, der Art nach verschiedene zerlegen lassen; sie sind also die letzten, immanenten, nicht weiter in artfremde Substanzen überführbaren Grundbestandteile der Körper[5].

Die Zahl der Elemente ist zweckmäßigerweise möglichst begrenzt, und jedenfalls nur so hoch anzunehmen, daß sie zur Erklärung der beobachteten Tatsachen ausreicht[6]. Die Voraussetzungen älterer Forscher, die das Dasein zahlloser Elemente behaupteten, sind ebenso unnötig und irreleitend wie die Lehren PLATONS, aus denen man das Vorhandensein einer zwar begrenzten, aber sehr großen Zahl von Grundstoffen folgern kann; gerade so wenig genügen aber auch die Theorien der Atomisten, die von einem einzigen und einheitlichen Substrate ausgehen wollen[7], obwohl doch, damit überhaupt etwas geschehe, Veränderungen notwendig sind, die das Bestehen ausgleichbarer Gegensätze erfordern[8]. Nach diesen Theorien soll nämlich nur eine einzige Art von unendlich kleinen und unteilbaren Atomen in unendlicher Menge im Leeren vorhanden sein, und allein aus ihrer verschiedenen Anordnung sollen die zahlreichen qualitativ verschiedenen Körper hervorgehen[9], ähnlich etwa, wie die wenigen nämlichen Buchstaben alle Komödien und Tragödien liefern[10]. Es ist aber widersinnig, die Existenz einer unendlichen Anzahl von Atomen anzunehmen, also eine vollendete Unendlichkeit; eine solche ist durchaus undenkbar, denn „das Unendliche besteht nicht, sondern wird“[11], d. h. man kann sich ihm zwar nach Belieben weiter annähern, nie aber es erreichen. Sodann ist zwar alles Kontinuierliche unbegrenzt teilbar, deshalb aber keineswegs auch aus unendlich kleinen und nicht weiter zerlegbaren

1) M. I, (3), 4. 2) Hi. I, 3; M. I, (2), 1 und 2. 3) Ph. VIII, 8 und 9; Hi. I, 2. 4) M. I. (2), 2. 5) Hi. III, 3; Met. V, 3. 6) Hi. III, 4. 7) Hi. III, 6. 8) Ph. III, 5. 9) Hi. I, 7; Met. I, 4. 10) E. I, 2. 11) Ph. III, 7.



Teilchen zusammengesetzt, weder die Linie aus Punkten, noch die Zeit aus Augenblicken, noch der Körper aus Atomen, — weil eben die Summierung von „Nicht-Größen" niemals eine „Größe" ergeben kann [1]. Ferner vermögen die Atomisten über die „verschiedene Anordnung" ihrer einheitlichen Atome nichts Weiteres auszusagen, also z. B. nicht begreiflich zu machen, wie, allein aus einer solchen, die bestimmte Substanz Gold hervorgehen soll [2]. Endlich gibt es auch in der Natur kein Leeres, und die Behauptung, daß der leere Raum die Vorbedingung für die Möglichkeit der Bewegung sei, ist gänzlich hinfällig, da auch im kontinuierlich erfüllten Raum stetiger Kreislauf und Wirbelbewegung denkbar bleiben [3]; auch müßte sich im leeren Raum jeder einmal in Bewegung gesetzte Körper endlos weiter bewegen, da kein Widerstand ihn behindert [4]. In jeder Hinsicht erweisen sich also die Lehren der Atomisten als inkonsequent und unzureichend.

Sind nun Elemente anzunehmen, so empfiehlt sich als die zweckmäßigste Zahl die Vierzahl, die schon die alten Naturphilosophen zugrunde legten, indem sie aus vier Elementen alle Einzeldinge hervorgehen ließen, entweder durch bloße Verdünnung und Verdichtung, oder durch Vereinigung und Trennung gewisser, schon in ihnen vorhandener, und mehr oder weniger überwiegender Gegensätze [5]. Unter diesen sind, wie die Genannten ebenfalls schon erkannten, die wichtigsten und zu Erklärungen brauchbarsten die Paare Wärme-Kälte und Trockenheit-Feuchte, denn sie umfassen die vier ersten und ursprünglichsten Qualitäten [6], von denen Wärme und Kälte aktiven, Trockenheit und Feuchte passiven Charakter tragen [7], — was ein Satz von größter und grundlegender Wichtigkeit ist. Zwischen diesen vier Qualitäten, die übrigens nur durchaus relativer Natur sind [8], erweisen sich sechs Arten der Paarung möglich, von denen aber im vorliegenden Falle zweie in Wegfall kommen, da die Gegensätze Wärme und Kälte, sowie Trockenheit und Feuchte, keiner Verbindung fähig sind; es verbleiben also vier Paarungen, von denen (Kälte + Trockenheit) die Erde ergibt, (Kälte + Feuchte) das Wasser, (Wärme + Feuchte) die Luft, und (Wärme + Trockenheit) das Feuer, wobei in der Erde die Trockenheit überwiegt, im Wasser die Kälte, in der Luft die Feuchte, und im Feuer die Wärme [9].

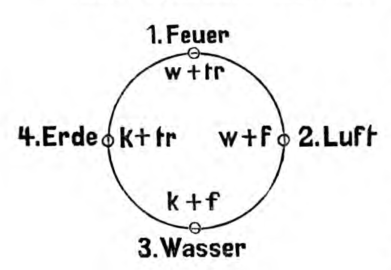
Erde, und sodann Wasser, haben ihren natürlichen Ort im Mittelpunkte des Weltgebäudes, Luft und Feuer aber gegen dessen Grenzgebiet zu, Erde und Feuer sind also die beiden äußersten und an sich reinsten Elemente, Wasser und Luft hingegen die mittleren und gemischter be-

1) Ph. I, 2; VI, 1 und 9; E. I, 2; L.; At. 2) Hi. I, 7. 3) Ph. IV, 7—9. 4) Ph. IV, 8. 5) Ph. I, 4; III, 4; VIII, 7. 6) Ph. I, 5; E. II, 2. 7) M. IV, (4), 1; (11), 3. 8) Th. II, (2), 4–8. 9) E. II, 3; Hi. II, 3; M. IV, (1), 1.



schaffenen; am meisten einander entgegengesetzt zeigen sich jedoch einerseits Feuer und Wasser, andererseits Luft und Erde, da sie je zwei konträre Qualitäten enthalten. Am deutlichsten tritt dies bei den Extremen des Feuers und Wassers zutage, dem Eis, das durch Erstarren eines Feucht-Kalten, und der Flamme, die durch heftigste, dem Sieden ähnliche Bewegung eines Trocken-Warmen entsteht; diese sind daher auch unfähig etwas Weiteres hervorzubringen [1]).

Alle Elemente können sich ineinander umwandeln, vermöge eines Kreisprozesses (Cyclus); offenbar verlaufen hierbei die Übergänge 1 ⇄ 2, 2 ⇄ 3, 3 ⇄ 4, 4 ⇄ 1 leicht und rasch, weil stets eine Qualität als Anknüpfungspunkt bestehen bleibt, dagegen 1 ⇄ 3 und 2 ⇄ 4 schwer und langsam, weil sie einen Wechsel beider Qualitäten erfordern [2]); im ganzen halten sich diese endlos fortdauernden, wechselseitigen Umsetzungen das Gleichgewicht, so daß die Menge der einzelnen Elemente konstant bleibt [3]). Über die Art, in der sie erfolgen, ist zu sagen, daß die Elemente teils Verwandtes an sich ziehen und zu ihrer eigenen Beschaffenheit umgestalten, teils etwas von ihrem eigenen Stoffe abgeben, der sich dann einem anderen Elemente einfügt [4]); niemals verändert sich hierbei die Menge der Substanz, wohl aber oft ihr Volum, derart, daß z. B. bei der Entstehung von Luft aus Wasser die Gefäße zerspringen können [5]).



Die Möglichkeit dieser Übergänge deutet auf das Walten einer stofflichen Gemeinsamkeit, auf das Vorhandensein eines gemeinsamen Substrates, das als primäre Urmaterie (πρώτη ὕλη, materia prima) allem Bestehenden zugrunde liegt, ohne indessen an sich, als körperlicher, von den Qualitäten trennbarer Stoff zu existieren [6]); die Urmaterie bildet vielmehr nur, PLATONS Lehre entsprechend, die gemeinsame, noch form-, bestimmungs-, und qualitäts-lose Unterlage aller einzelnen bestimmten Stoffe, sie ist diesen gegenüber bloße Latenz, bloße „Möglichkeit“, und gelangt zur Wirklichkeit und Bestimmtheit konkreter Substanzen erst durch die formenden Einflüsse der Qualitäten Kalt, Heiß, Trocken, und Feucht. Daß indessen die Annahme einer einzigen und einheitlichen Urmaterie auch gewisse Schwierigkeiten bietet, muß ausdrücklich hervorgehoben werden [7]).

Von ihrem natürlichen Orte entfernen sich Luft und Wasser ziemlich leicht, die absolut schwere Erde und das absolut leichte Feuer aber nur

1) E. II, 3; Z. II, 37; M. I, (3) 14. 2) E. II, 4, 5 und 10; Hi. II, 3; III, 7. 3) M. II, (3), 21. 4) Hi. I, 3. 5) Ph. I, 4; Hi. III, 7. 6) E. I, 6; Hi. IV, 5; Ph. II, 1; M. I, (3), 1. 7) Ph. I, 6.



schwierig, und nicht ohne gewaltsamen Zwang[1]); keinesfalls verändert sich jedoch hierbei ihr Wesen, das allerorten dasselbe bleibt, und, falls es mehrere Weltalle geben könnte, auch in diesen das Nämliche bliebe.

Bedingt ist das Wesen der Elemente, d. h. die Summe ihrer Wirksamkeiten und Kräfte[2]), ausschließlich durch die Art der ihnen naturgemäßen und inhärirenden Bewegungen, durch die sie in steter Tätigkeit erhalten werden, — ähnlich wie Himmel und Gestirne, die niemals stille stehen noch stehen werden, sondern sich in endlosem, keine Kraftanstrengung darstellendem Umlaufe befinden[3]). In dieser ewig gleichbleibenden, obersten Kreisbewegung liegt das erhaltende Moment hinsichtlich der räumlichen Bewegungen, die alle Wandlungen der Elemente veranlassen; das verändernde Moment liegt hingegen in der schiefgehenden Bewegung der Ekliptik, und bewirkte dieses nicht fortdauernde und stets erneute Störungen, so hätte, innerhalb unbegrenzt langer Zeiträume, längst schon alles Einheitliche sich an seinem natürlichen Orte gesammelt, das völlig Entgegengesetzte aber, z. B. Feuer und Wasser, sich vernichtet[4]).

Spezifische Formen, wie sie PLATON annahm, kommen den Elementen nicht zu, und haben mit ihren Eigenschaften nichts zu tun[5]); dies beweist schon die Tatsache, daß zwar feste Körper stets abgegrenzt sind, nicht aber Flüssigkeiten, die gar keine eigene Gestalt besitzen, und sich jedem gegebenen Raum anschmiegen[6]). — Ob die Elemente spezifische Farben zeigen, ist schwer mit Sicherheit zu entscheiden, schon weil sehr kleine Beimengungen große Veränderungen verursachen; die reinste Erde sieht weiß, das reinste Feuer gelb aus; bloß scheinbar ist die blaue Farbe der Luft und die grüne des Wassers, denn erstere wird nur durch die große Verdünnung der Luft bedingt, und letztere tritt erst nach längerem Stehen und „Altern“ des Wassers hervor[7]).

Alle übrigen Stoffe, die noch neben den Elementen existieren, und zwar auch die äußerlich einheitlich erscheinenden (z. B. der Wein)[8]), sowie die pflanzlichen und tierischen[9]), sind aus den Elementen zusammengesetzt, und daher von diesen selbst durchaus verschieden, „da die Kombination (a, b) weder mit a noch mit b identisch ist“[10]); daher kennt die Natur eines Stoffes nur Jener, der weiß, welche Bestandteile er enthält, wie diese zusammengesetzt sind, und welche von ihnen etwa vorherrschen[11]). In dieser Hinsicht bestehen aber zahllose Möglichkeiten, denn alle zusammengesetzten Stoffe enthalten alle vier Elemente, wenngleich

1) Ph. II, 1; III, 5; E. II, 1. 2) Hi. I, 8. (7) Hi. III, 8. 3) Met. X, 8; Hi. I, 8. 4) E. II, 10 und 11. 5) Hi. III, 8. 6) E. II, 2; Hi. III, 8; To. V, 2; M. II (2), 3. 7) Fa. 1, 3 u. 5. 8) Met. VIII, 1. 9) M. IV, (1), 5—18. 10) Met. XII, 4; M. I, (2), 1; IV, (12), 2, 5 und 7. 11) Met. III, 3; M. IV, (4), 1.



einzelne von diesen vorwiegen oder überwiegen können [1]), und dieser Satz gilt auch betreff der Pflanzen und Tiere, wie das schon die Regeln der Ernährung und Düngung bezeugen [2]).

Während aus bloßen Gemengen, z. B. Mahlgut aus Weizen und Gerste, Kleister aus Stärke und Wasser [3]), oder dgl., die verschiedenartigen kleinsten Teilchen leicht wieder abgeschieden werden können, ist die eigentliche „Vereinigung" oder „Mischung" (d. h. das, was die neuere Wissenschaft „chemische Verbindung" nennt) so durchaus gleichartiger Beschaffenheit wie etwa das Wasser, von dem jedes Teilchen wiederum Wasser ist, und bliebe dies auch für das alles-durchdringende Auge eines LYNKEUS. Wahre „Mischungen" (d. h. Verbindungen) entstehen zwar auch aus Bestandteilen die vorher getrennt waren, und können in sie auch wieder zerlegt werden; in der Verbindung sind aber diese Bestandteile nur mehr potentiell vorhanden, d. h. unter Umständen wieder abscheidbar, nicht aber aktuell, denn es ist aus ihnen ein Anderes und Neues geworden [4]). Bei der Verbindung der Elemente („Mischung der Elemente") halten sich nämlich die Gegensätze entweder sofort das Gleichgewicht, oder sie bewirken teilweise Veränderungen, die bald nach der einen bald nach der anderen Richtung solange fortdauern, bis sich (unter dem Einflusse der formgebenden Kraft) ein neues Gleichgewicht einstellt [5]); durch die Ausgleichung der Gegensätze entsteht so die neue Verbindung als ein „Mittleres", und dies haben wohl schon die alten Naturphilosophen unter ihren „Mitteldingen" aus den einzelnen Elementen verstanden [6]). Alle solchen Umwandlungen vollziehen sich stetig und allmählich: das Werdende, indem es eine alte Eigenschaft verliert, besitzt noch etwas von ihr, zugleich aber auch schon etwas von der neuen, die es anzunehmen im Begriffe ist [7]). Am meisten zu Einwirkungen befähigt sind die flüssigen Körper, die sich am leichtesten vermischen [8]).

Bestimmte Einzelstoffe enthalten auch ganz bestimmte Mengen der einzelnen Bestandteile, so z. B. kommen in Knochen und Fleisch auf je 2 Teile Erde 3 Teile Feuer [9]); dies ist indessen nicht so zu verstehen, als wären Erde in den Knochen oder im Holz, Feuer im Fleisch, usf. schon fertig (aktuell) vorhanden, vielmehr können sie nur unter Umständen aus ihnen hervorgehen (z. B. beim Verbrennen) [10]).

IV. Das Feuer.

Stoff des wirklichen, aktuellen Feuers ist alles das, was potentiell, d. h. dem Vermögen nach, zu Feuer werden kann [11]), demnach alles Brenn-

1) Met. III, 5; E. II, 8. 2) E. II, 8. 3) M. IV, (4), 3. 4) E. I, 10. 5) E. II, 7. 6) Ph. I, 4; Hi. I, 8 und III, 5; E. II, 1 und 5. 7) Met. IV, 5. 8) E. I, 10. 9) Met. XIV, 5; To. VI, 14. 10) Hi. III, 3. 11) Met. XIV, 4.



bare. Brennbar aber sind alle Stoffe, die genug Poren besitzen um das Feuer in sich aufzunehmen, und zugleich nicht zu viel Wasser enthalten [1]; denn während eine kleine Menge Wasser das Feuer fördert, ja ihm eine Art Nahrung bietet, bringt es eine größere zum Verlöschen [2]; außer durch eine solche Einwirkung seines Gegensatzes, des Wassers, kann jedoch das Feuer auch dadurch vergehen, daß es sich verzehrt, d. h. ausbrennt [3].

Körper, die, wie z. B. Holz, viel Wasser enthalten und ganz von diesem durchtränkt sind, brennen ohne erst zu schmelzen, während wieder an Poren arme, z. B. viele Mineralien, zwar schmelzen, aber nicht brennen; am leichtesten, und zwar zum Teil nach vorherigem Schmelzen, verbrennen die an Wasser ärmeren Öle und Fette, ferner Wachs, Teer, Pech, u. dgl., die hierbei viel Rauch geben, zuweilen Kohle und Asche hinterlassen, und zumeist, aber nicht immer, in helle Flammen ausbrechen [4]. Der Flamme, die in ewigem Wechsel während jeden Augenblickes neu wird, und in keinem die Nämliche bleibt [5], kommt der Begriff „Feuer" in höchstem Grade zu, obwohl andere Arten des Feuers sie an Feinheit weitaus übertreffen, vor allem die feinste unter allen, das Licht [6].

Was die Quelle des Feuers anbelangt, so enthält jene Region des Himmelsgebäudes, die an den höchstliegenden und in ewiger Kreisbewegung befindlichen Äther angrenzt, eine Fülle trockener, warmer, rauchartiger Dünste, die daher leicht weiterer Erhitzung und Entzündung anheimfallen; diese erfolgt durch Reibung [7], vermöge jener Bewegung die vom Äther, und zwar besonders heftig und rasch von der Sphäre der Sonne, ausgeht [8], und sie erst läßt dann weiterhin auch die Wärme auf der Erde entstehen. Die Sonne und die anderen Sterne sind also nicht an sich heiß, sondern erregen nur indirekt dasjenige, was wir, wenn es unsere Sinne affiziert, Wärme nennen [9].

Durch Entzündung der erwähnten feurigen Dünste bilden sich die Kometen, die also insoferne Trockenheit und Stürme ankündigen, als diese ihr Auftreten begünstigen [10].

Solche heiße Dünste spielen auch eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Gewitter: stoßen sie nämlich plötzlich mit kalten Dünsten zusammen, so erzeugt die hierbei gewaltsam herausgepreßte Luft, indem sie gegen die Wolken anprallt, zunächst den Donner, und wird sodann, durch den Rückstoß der sich wieder vereinigenden Wolken, unter ungeheurem Drucke entzündet und als Blitz abwärts geschleudert, — also in einer Richtung, die der natürlichen des Feuers entgegengesetzt ist [11]. Daß sich diese zeitliche Abfolge bei der Wahrnehmung umkehrt, liegt

1) M. IV, (9), 30. 2) Gr. II, 11. 3) Hi. III, 6. 4) M. IV, (9), 36—40; (10), 5 und 7. 5) M. II, (2), 9. 6) To. V, 5; VI, 7. 7) M. I, (3), 13; (4), 14. 8) M. I, (3), 20. 9) M. I, (3), 19. 10) M. I, (7), 8. 11) M. I, (3), 14; (4), 10.



daran, daß das Gesicht rascher funktioniert als das Gehör, wie man ja in der Ferne auch die Ruder eher hin und her gehen sieht, als man den Ruderschlag vernimmt; das Verhältnis ist aber im Wesen ganz dasselbe, das (im kleinen) beim Verbrennen von Reisig auf dem Opferaltar herrscht, wobei ein Knistern vorausgeht, und erst dann die Flamme ausbricht [1]. Indessen kann vielleicht auch das plötzliche Auslöschen des Blitzes in einer feuchten Wolke Donner bewirken [2].

Sehr bemerkenswert ist es, daß ARISTOTELES an einer Stelle mit dem Feuer auch den Äther identifiziert [3], den er sonst als ausschließlich himmlische, allein der obersten Region des Weltgebäudes eigene Substanz betrachtet, — aus welcher Auffassung in späterer Zeit jene hervorging, die im Äther ein seinem Wesen nach „höchstes", fünftes Element erblickte, eine „quinta essentia" oder Quintessenz (s. weiter unten).

An einer anderen Stelle bemerkt er ferner, das Feuer zeige sich eigentlich niemals in einer ihm spezifischen Gestalt, sondern bald als heißer Dunst, bald als brennende Luft, bald als glühende Asche, oder auch als Rauch, der alle diese vereinigt enthält [4]; hier dringt offenbar die Erkenntnis durch, daß das „Feuer" kein selbständiger Körper ist, sondern ein Zustand, in den unter Umständen alle Stoffe versetzt werden können.

V. Die Luft.

Die Luft ist in unbegrenzter Menge vorhanden, was jedoch, den anderen Elementen gegenüber, nicht in absolutem Sinne zu verstehen ist, denn eine unendliche Menge irgend eines Elementes müßte jede noch so große der übrigen „vernichten", z. B. das heiße Feuer die feuchte Luft, oder das kalte Wasser [5]; wie weit, und in welcher Weise sich die Atmosphäre erstreckt, läßt sich indessen nicht mit Sicherheit angeben, um so mehr als es wenig wahrscheinlich ist, daß sie den ganz unermeßlichen Raum zwischen Erde und Himmelsgewölbe völlig einheitlich und gleichmäßig erfülle, sei es für sich, sei es zusammen mit dem Feuer der angrenzenden Region [6].

Die Beschaffenheit der Luft ist nicht, wie man dies vorauszusetzen pflegt [7], eine unveränderliche, denn die Erfahrung lehrt, daß es verschiedene Arten von Luft gibt, deren manche zum Einatmen nicht tauglich sind [8]. Aber auch die gewöhnliche Luft besteht aus einem Gemenge zweier Bestandteile: zunächst der Erdoberfläche überwiegt der dem Wasserdunste ähnliche und gleichartige, der anfangs feucht und warm ist, allmählich aber feucht und kalt wird, und so zur Entstehung von Wolken

1) M. II, (9), 4—19; (6), 21; III, (1), 9 und 12. 2) Aβ. II, 8 und 10. 3) Ph. IV, 5. 4) Z. III, 108; E. II, 4. 5) Ph. III, 5. 6) M. I, (3), 2 und 8. 7) Pr. I, 13. 8) To. V, 5.



und Regen führt[1]; in der Höhe dagegen herrscht der trockene, heiße, dem Feuer verwandte vor[2], der seinen Ursprung den analogen, dem Rauche grünen Holzes vergleichbaren Ausdünstungen der Erde verdankt. Wie kleine Wasserquellen allmählich zu Bächen und Flüssen, so vereinigen sich die spärlichen Mengen dieser Ausdünstungen zu Strömungen und Wirbelwinden[3]; einer Verdichtung, wie der der ersterwähnten zu Regen, sind sie unfähig, ja sie stören oder hindern jene sogar durch ihre eigenen heftigen Bewegungen[4].

Meistens wird die Luft für unkörperlich angesehen[5], doch ist diese Meinung entschieden unrichtig. Wie z. T. bereits ANAXAGORAS wußte, wiegen mit Luft aufgeblasene Schläuche mehr als leere[6], — weshalb es sehr merkwürdig ist, daß die aufgeblasenen auf Wasser schwimmen, die leeren aber darin untergehen[7] —, auch lassen solche Schläuche ersehen, daß Luft, die nicht entweichen kann, Druck ausübt und erleidet, sowie große Lasten trägt[8]; daß der fertige Brotteig weniger wiegt als das angewandte Mehl und Wasser zusammen, erklärt sich ebenfalls aus einem Verluste an Gewicht, den die massenhaft entweichende Luft verursacht[9]. Luft leistet auch allen Bewegungen entsprechenden Widerstand, den zu überwinden die verschiedenen geflügelten Wesen stets auf das Zweckmäßigste gebaut sind[10]; sie widersteht ferner, wenn sie nicht zu entweichen vermag, dem Wasser, daher füllen sich Kessel, die man (den Boden nach oben gekehrt) genau senkrecht in das Meer hinabläßt, nicht mit Wasser an, und man benützt dies, um z. B. den nach Schwämmen Tauchenden frische Luft zuzuführen[11]. Verschließt man die untere Öffnung eines mit Wasser gefüllten Gefäßes so, daß Luft weder zu entweichen noch einzudringen vermag, so kann auch das Wasser nicht ausfließen; dies ist, von den bei Gericht üblichen (die Redezeit bemessenden) Wasseruhren her, jedermann bekannt[12].

Daß Tongefäße, die man mit kochendem Wasser „ausgespült" hat (die also Dampf enthalten), und mit der Öffnung nach unten in kaltes Wasser eintaucht, dieses in sich hineinsaugen[13], und daß die Schröpfköpfe der Ärzte nach vorherigen Erhitzen dem Körper fest anhaften[14], führt ARISTOTELES zwar an, bringt diese Erscheinungen aber nicht in Zusammenhang mit dem Verhalten der Luft. Als sicher bezeichnet er es dagegen, daß jeder Körper, wie er beim Eintauchen in Wasser soviel Wasser ver-

1) M I, (3), 11 u. 15; II, (4), 9; E. II, 3; Z. II, 30; V, 73. 2) M. I, (3), 15; II, (4), 9. 3) M. II, (4), 22 und 26; II, (4), 5 und 8; II, (6), 13. 4) M. II, (4), 7; I, (3), 17. 5) Ph. IV, 5. 6) Hi. IV, 4. 7) Pr. XXV, 13. 8) Ph. IV, 6; Hi. II, 13; Pr. XXV, 1. 9) Pr. XXXI, 18. 10) F. 10 und 15. 11) Pr XXXII, 5. 12) Ph. IV, 6. Pr. II, 1; XVI, 8. 13) Z. II, 60. 14) Po. 22; Rh. III, 2.



drängt, als seiner Größe entspricht, dies auch beim Eintauchen in Luft tut, obwohl wir das sinnlich nicht mehr wahrzunehmen vermögen [1]).

Weitere Beweise für die Körperlichkeit der Luft bietet die Tatsache, daß ohne die Kraft eines Luftstromes nichts in die Ferne gespritzt werden kann; auch die Emission des Samens ist mit einem Luftstrome verbunden [2]), und daher kommt es wohl, daß weibliche Steinhühner schon durch den vom Männchen her streichenden Wind befruchtet werden [3]), und weibliche Rebhühner durch die bloße Witterung des Männchens [4]). — Daß die gewaltsame Bewegung, z. B. die der geworfenen Körper, noch fortdauert, wenn die Einwirkung des Bewegenden längst aufgehört hat, ist ebenfalls dem Einflusse der Luft zuzuschreiben, die dem Körper, der sie beiseite geschoben hat, sofort von hinten her wieder nachdrängt, und ihn hierdurch vorwärts stößt [5]).

Luft vermengt sich nicht mit Wasser, sondern erzeugt nur einen Schaum, der desto weißer aussieht je feinblasiger er ist [6]), und beim Zusammendrücken die Luft wieder entweichen läßt [7]); auch aus dem restlichen Wasser steigt die Luft allmählich von selbst wieder nach oben [8]), ohne (infolge ihrer großen Leichtigkeit) in Berührung mit dem Wasser feucht geworden zu sein [9]).

Feuer macht die Luft heißer und dichter [10]). Durch heftige Bewegung und Reibung wird die Luft ebenso erwärmt, wie das bei Hölzern, Metallen, Mineralien, und Geschossen der Fall ist (deren Blei dabei oft schmilzt), ja die anhaltende Einwirkung der (selbst nicht feurigen) Gestirne und ihrer Sphären kann sogar Entzündung bewirken [11]); zu beachten ist, daß zwar der Akt des Erwärmens in einer Bewegung besteht, nicht aber die Wärme selbst [12]).

Luft ist unentbehrlich zum Atmen, daher müssen sie die Taucher mittelst eigener Gerätschaften von außerhalb des Wassers her nachziehen [13]). Sie dient nicht zur Erhaltung der inneren Wärme, um so mehr als hierbei ihre Rückstände den Körper durch die Eingangswege auch wieder verlassen müßten, was niemals der Fall ist [14]); Zweck der Atmung ist vielmehr die Abkühlung des Blutes, besonders des frisch vom Herzen kommenden heißen Herzblutes [15]). Da das Wasser keine Luft enthält oder in sich festhält, so können die Wassertiere auch keine Luft atmen, und die unentbehrliche Abkühlung erfolgt bei ihnen durch das Wasser selbst [16]); die Fische z. B. ziehen dieses durch ihre Kiemen ein, und ersticken daher

1) Ph. IV, 8. 2) Zo. VII, 6. 3) Zo. V, 5; VI, 2. 4) Z. III, 18. 5) Hi. III, 2; Ph. IV, 2 und 8; P. IV, 2; Mech. 31 und 35; Pr. XI, 5. 6) Z. II, 27. 7) Ph IV, 7. 8) P. I, 5. 9) Pr. XXV, 3 u. 10. 10) Z. V. 91. 11) Hi. II, 7. 12) Met. XII, 11. 13) Th. II, (16), 1; Pr. XXXII, 5. 14) P. VII, 6 und 7. 15) P. VII, 5; Sp. 2, 3 und 5 sind unecht. 16) P. I, 5; VII,2.



in einer zu kleinen Wassermenge ganz ebenso wie luftatmende Tiere in einem zu kleinen abgeschlossenen Luftraume [1]).

Luft ist ferner unentbehrlich zur Wahrnehmung des Schalles und des Lichtes. Der Schall entsteht nämlich durch eine Erschütterung und Bewegung der Luft, die vom Erregenden aus durch das Medium bis zum Ohre fortschreitet [2]), und zwar durch Stöße [3]), die zuletzt eine im Ohre befindliche Membran aufnimmt [4]). Die Stöße erfolgen einer nach dem anderen, aber in so großer Zahl und so rasch, daß das Gehör, wegen der Kürze der Zwischenzeiten, sie nicht einzeln auffassen kann, sondern einen einheitlichen Eindruck empfängt [5]); ihre Fortpflanzung erfolgt, indem die Luft die Erschütterungen, die von der Stimme, von Saiten- oder Blas-Instrumenten ausgehen, durch Verdichtung und Verdünnung weitergibt und in Kugelflächen ausbreitet, wobei die Stärke allmählich entsprechend abnimmt. Hindert man die Ausbreitung, indem man dem Hörer eine Tonröhre, oder das Rohr einer Flöte oder Trompete an das Ohr legt und in diese hineinspricht, so scheinen ihm die Stimmen nahe zu sein, und verlieren nichts von ihrer Kraft und Klangfarbe. Die geradlinige Fortpflanzung des Schalles tritt deutlich beim Prüfen von langen Hölzern, Lanzenschäften, u. dgl. hervor, die das Klopfen am einen Ende unverändert bis zum anderen übermitteln, es sei denn, daß Brüche oder Risse vorliegen, die auch bei Saiten, Hörnern, Tongefäßen, Ambossen, u. dgl., den Charakter des Tones beeinflussen und verändern [6]). Trifft der Schall eine feste Wand, so wird er von ihr im selben Winkel, unter dem er einfällt, zurückgeworfen, und so entsteht das Echo [7]). — Daß man nachts alles besser und deutlicher hört wie bei Tage, kommt daher, daß die Wärme der Sonne fehlt, durch die eine fortwährende „zitternde“ Bewegung der Luft hervorgerufen wird; dies wußte bereits ANAXAGORAS [8]).

Auch das Sehen wäre unmöglich, würde nicht die, durch das Licht und die Farben verursachte Bewegung, seitens eines Mediums bis zum Auge fortgepflanzt [9]); maßgebend für den Vorgang hierbei ist die Art, in der das Medium affiziert wird, in der also z. B. die Brechung des Lichtes mit einer Veränderung der Luft, und diese mit einer solchen ihrer Elastizität zusammenhängt [10]).

VI. Das Wasser.

Das Wasser hat, wie auch andere Flüssigkeiten, keine oder nur sehr spärliche Poren, und kann daher nicht oder kaum komprimiert werden [11]).

1) Zo. VIII, 2. 2) Z. V, 29, 34 und 85; S. 1, 7 und 8; Pr. XI, 6; M. II, (8), 37 und 38. 3) S. III, 12. 4) Pr. XXXII, 13. 5) Tö. 6) ebd. 7) Pr. XI, 23. 8) Pr. XI, 5 und 33. 9) S. II, 7 und 8. 10) S. III, 12. 11) M. IV, (9), 17 und 18



Es vermag, ebenso wie die Luft, die gewaltsame Bewegung geworfener Körper zu vermitteln und zu erhalten [1]; auch verdrängt jeder Körper, beim Einsenken in Wasser, soviel davon, als seiner Größe entspricht [2]. — Wie ersichtlich, hat ARISTOTELES noch keine ausreichende Vorstellung vom spezifischen Gewichte; daher wundert er sich (wie bereits angeführt) darüber, daß Schläuche, mit Luft angefüllt (wodurch sie schwerer werden), nunmehr auf dem Wasser schwimmen, während sie leer untergingen [3], ferner darüber, daß ein genügend großer Block Holz in der Luft schwerer ist als ein Stück Blei, im Wasser aber schwimmt, während jenes zu Boden sinkt [4], daß flache Stückchen Eisen oder Blei sich auf der Oberfläche des Wassers erhalten [5], und daß ein Schröpfkopf zwar Wasser aufzieht, nicht aber Sand [6].

Reines Wasser läßt sich, von einer gewissen Grenze an, auch durch noch so vieles und heftiges Feuer weder heißer noch dichter machen, sondern beginnt zu verdampfen, und trocknet schließlich völlig ein [7]. Während der Boden von Gefäßen, die man leer erhitzt, alsbald durchbrennt, erhält er sich unbeschädigt, wenn man Wasser eingefüllt hat, offenbar weil dieses die in den Boden übergehende Wärme sofort in sich aufnimmt und sozusagen löscht [8]. — Ob die, an einer Stelle erwähnten künstlichen Vorrichtungen zum Kochen [9] Wasserbäder waren (die man damals bereits kannte), bleibt zweifelhaft.

Beim Erwärmen des Wassers bildet sich anfangs ein warmer Dunst, dann entstehen Blasen dampfartiger Luft, die das Wasser schaumig machen und weiß erscheinen lassen [10], und schließlich durchbricht der Dampf die Oberfläche, und entweicht [11]; wie die Größen des Volumens und Gewichtes überhaupt weder identisch sind, noch irgendwie voneinander abhängen [12], so verhält es sich auch im vorliegenden Falle, und zwar nimmt der Dampf soviel mehr Raum ein als vorher das Wasser, daß nicht selten die Gefäße zersprengt werden [13]. Der Dunst und Dampf des Wassers ist in seinem Wesen der Luft gleichartig [14], und wird, wenn er erkaltet, wieder zu Wasser [15].

Dieser nämliche Vorgang vollzieht sich auch im großen: durch die Wärme der Sonne gebildet und gehoben, steigen die Wasserdünste empor gen Himmel, beim Erkalten wird die „Luft" zu Wolken und zu Wasser, das als Regen wieder zur Erde herabfallen muß, und dies wiederholt sich ewig wechselnd [16]. Die anfangs entstehenden kleinsten Wassertröpfchen schweben zunächst in der Luft, gleich Flimmern von Gold auf dem

1) P. IV, 2. 2) P. IV, 8. 3) Pr. XXXV, 13. 4) Hi. IV, 4. 5) Hi. IV, 6. 6) Hi. IV, 5. 7) Z. II, 26; IV, 74. P. I, 4. M. IV, (3), 7 und (6), 4. 8) P. XXIV, 5. 9) M. IV, (3), 18. 10) Z. V, 72 und 73. 11) Pr. XXIV, 10. 12) Hi. IV, 2. 13) Ph. IV, 9; VII. 20. Hi. II, 7. 14) E. II, 3; Z. II, 30; M. I, (9),3—7. 15) Ph. II, 8. 16) M. I, (9), 3—7; P. I, 5; Ph. II, 8; Th. II, (7), 4; M. I, (3), 11 u. 15; II, (4), 7.



Wasser[1]); wie in den Tröpfchen des Ruder- oder Spritz-Wassers, so kann sich auch in ihnen das Licht brechen, und hierdurch bildet sich der Regenbogen; in der Regel erzeugt ihn das Sonnenlicht, doch kommen auch Mondregenbogen vor, freilich sehr selten, denn binnen fünfzig Jahren vermochte ARISTOTELES nur zweie zu beobachten[2]).

Setzt man Wasser der Abkühlung aus, am besten solches, das vorher in der Sonne stand oder erhitzt wurde[3]) (offenbar weil dieses luftfrei ist), so wird es durch die Kälte allmählich verdichtet und in Eis verwandelt[4]; man kann es als zweifelhaft ansehen, ob das Eis, da es keinerlei Eigenschaft des Wassers mehr besitzt, mit Recht als gefrorenes „Wasser“ zu bezeichnen sei[5]), jedoch ist das Gefrieren keine allmähliche qualitative Veränderung, sondern erfolgt (außer bei sehr tiefen Gewässern) mit einem Male[6]), auch gibt das Eis beim Schmelzen wieder Wasser zurück[7]). So wie das Wasser selbst verhalten sich auch alle Stoffe, die vorwiegend aus Wasser bestehen, z. B. Molken, Harn, Eiter, Essig, manche Weine, usf., sie gefrieren nämlich in der Kälte, und werden durch Wärme leicht und vollständig wieder verflüssigt; schwieriger und weniger glatt erfolgt beides bei solchen Substanzen, die auch feste erdige Teile enthalten, z. B. bei Milch, Honig, Most, Blut, Sperma, Gummistoffen, Harzen u. dgl.[8]).

Auch diese Vorgänge finden ebenso im großen statt: Durch allmähliche Abkühlung gehen die aufgestiegenen Dünste in Wasser und sodann in Schnee über, dessen schaumige Masse der vielen beigemischten Luft ihre weiße schimmernde Farbe verdankt[9]), sie können aber, wie der Rauhreif beweist, auch unmittelbar erstarren, ohne zuerst flüssiges Wasser zu ergeben[10]). Der gewöhnliche Reif bildet sich, ebenso wie der Tau, am reichlichsten bei heiterem Himmel und Windstille, aber nicht infolge der Kälte der Gestirne, — so lautet die übliche „absurde Behauptung“, — sondern weil unter jenen Umständen die Wärme leichter von der Erde entweicht, was die Verdichtung der feuchten Dünste begünstigt[11]). Hagel tritt auf, wenn die Abkühlung der aufgestiegenen Dünste nicht allmählich erfolgt, sondern plötzlich[12]).

Das Regen-Wasser, dessen jährlich fallende Menge sich unschwer messen ließe[13]), saugen die Gebirge, riesigen Schwämmen gleich, in sich auf, reinigen und filtrieren es allmählich, und lassen es schließlich in Gestalt der Quellen zutage treten[14]); daher sind die Oberflächen wie die

1) M. I, (12), 3. 2) M. III, (3), 2 und (4), 12; III, (3) 17 und 19; III, (2), 9 und 10. 3) M. I. (12), 17; vgl. die ganz verwirrte Stelle Pr. XXIV, 13. 4) Met. VIII, 2. 5) To. IV, 5. 6) Ph. VIII, 3; P. I, 6. 7) Th. II, (2), 8. 8) M. IV, (10), 9, 10, 15, 18; IV, (7), 7—11, 15, 17, 20. 9) Z. II, 28. 10) M. I, (13), 9; II, (4), 17 und (6), 21; I, (10), 1. 11) Pr. XXV, 51. 12) s. unter 3). 13) M. I, (13), 8. 14) M. I, (13), 12.



Tiefen der Erde fast allenthalben von Wasser erfüllt [1]), und wie Wasser beim Filtrieren durch Asche deren scharfen Geschmack annimmt, so zeigen auch viele Quellen Beschaffenheit und Geschmack der Erdschichten, die sie durchflossen und auslaugten, und die bald Salz und Alaun enthalten, bald Kalk und andere mehr oder minder „gebrannte" Erden, bald auch sauere Stoffe [2]). In Sizilien z. B., und auch anderwärts, gibt es Wässer von so saurem Geschmacke, daß man sie statt Essig den Nahrungsmitteln zusetzt [3]), (vermutlich stark kohlensäurehaltige „Sauerwasser"); das Wasser eines Baches bei Cumae in Süditalien bedeckt sich beim Stehen mit einer festen Kruste, die wie Stein erhärtet [4]); andere Wässer scheiden beim Erwärmen, namentlich wenn es unter Umrühren geschieht, einen großen Teil der gelösten Stoffe wieder ab, und werden dadurch zum Trinken geeigneter [5]). Die an derlei Substanzen reichen Wässer sind schwerer als die reinen süßen, die ersteren versinken daher in die Tiefen der Erde, während die letzteren aufsteigen und hervortreten; in Afrika z. B. findet man häufig an der Erdoberfläche gutes und trinkbares Wasser, in größerer Tiefe aber salziges und ungenießbares [6]).

Wasser, die in das heiße Innere der Erde versickerten, und dann wieder emporsteigen, bilden die heißen Quellen [7]), die viele Leute für heilig ansehen, weil sie glauben, ihre Hitze rühre daher, daß der Blitz (der ihnen gleichfalls für heilig gilt) in sie geschlagen habe, oder daß verbrennender heiliger Schwefel (θεῖον = Theion!) sie erwärme [8]); nun riechen zwar wirklich manche heiße Quellen, z. B. die nächst Magnesia in Kleinasien, ähnlich wie die Luft nach einem Blitzschlage oder nach dem Verbrennen von Schwefel, die wahre Ursache hiervon ist aber jedenfalls ein Gehalt des Erdreiches an entsprechenden, dem Alaun verwandten Stoffen, und nach solchen schmeckt ihr Wasser auch [9]).

Wie diese Beispiele beweisen, gibt es also sehr zahlreiche Arten Wasser, auch wenn man alle die ganz außer Betracht läßt, die zwar, wie Wein, Milch, Molken, Harn u. dgl., wesentlich aus Wasser bestehen, beim Eindampfen keinen oder nur wenigen Rückstand hinterlassen, und sich leicht mit Wasser vermischen, (nicht aber mit sonstigen Flüssigkeiten, z. B. mit Öl), — im übrigen jedoch andere, zum Teil sehr abweichende Eigenschaften zeigen [10]). Da nun das Wasser, nicht minder wie die Luft, von größtem Einflusse auf die Erhaltung der Gesundheit ist, so liegt es im öffentlichen Interesse für die Güte des Wassers zu sorgen, erforderlichen Falles das Trink- vom Nutz-Wasser zu trennen, und die Benützung

1) M. I, (3), 2. 2) P. I, 4; M. II, (1), 4; (3), 13 und 45—47. 3) M. II, (3), 45—47. 4) W. 95. 5) Pr. XXIII, 18 u. 20. 6) Pr. XXIII, 20, 21 u. 37. 7) M. II, (8), 9. 8) XXIV, 18 und 19. 9) Pr. XXIV, 17. 10) M. IV, (5), 6 und 7; (6), 13. Pr. I, 13.

schlechter Wässer zu verhindern[1]); ungesund und schädlich ist auch das Schmelzwasser aus Schnee und Eis, vermutlich weil das Wasser erst gefriert, wenn seine leichtesten und zartesten Bestandteile bereits entwichen sind[2]). — Bekannt ist es, daß die Ausdünstungen großer Wasserflächen auch das Klima der umgebenden Länder günstig beeinflussen: sie machen es wärmer, und schützen die Pflanzen vor dem Erfrieren[3]).

Meerwasser ist stets wärmer als süßes Wasser, und reicher an Gelöstem, daher kühlt es auch viel langsamer ab[4]). Infolge seiner größeren Schwere und Dichte kann man leichter darin schwimmen, und beladene Schiffe sinken weniger tief ein[5]); diese Erscheinungen sind ganz analog dem Schwimmen von Eiern auf Salzsole, und dem merkwürdigen Verhalten des schweren Salzwassers in dem „Totes Meer“ genannten Binnensee[6]). Am größten ist der Salzgehalt an der Meeres-Oberfläche, wohl weil von dieser aus das Wasser am reichlichsten verdunstet[7]); die in Lösung befindlichen Stoffe sind jedoch verschiedener Art, daher schmeckt das Seewasser auch nicht rein salzig, sondern zugleich bitter[8]). Die Frage nach dem Ursprunge des Salzgehaltes ist eine schwierige: vielleicht laugen die feuchten Dünste, wenn sie sich in Wolken und Wasser verwandeln, aus den trockenen Dünsten (ähnlich wie aus der Asche) das Salzige aus, und bringen es so, mit dem Regen, in das Meer[9]); da nun die Sonne die leichtesten Teilchen des Seewassers verdunstet und emporsteigen läßt, — aber nicht zu ihrer Ernährung, wie eine „lächerliche alte Idee“ besagt —, so kann innerhalb langer Zeiten eine allmähliche Anreicherung an leicht löslichen Salzen eintreten[10]).

Wird das Meerwasser erhitzt oder verkocht, so bleiben die salzigen und erdigen Bestandteile zurück, die entweichenden Dämpfe aber geben, wenn sie sich niederschlagen, nicht wieder Meerwasser, sondern süßes, und hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die sich aus dem Dampfe verdichtenden Tropfen irgendwie sammelt; ganz ebenso verhalten sich die Dämpfe aus Wein und anderen Flüssigkeiten, die ihren besonderen Geschmack nur kleinen Beimengungen verdanken[11]).

Dafür, daß das Meerwasser tatsächlich süßes Wasser in sich enthalte, führt Aristoteles noch einen besonderen „Beweis durch den Versuch“ an, auf den hier des Näheren einzugehen ist, weil er bisher sichtlich ganz und gar mißverstanden wurde. In der „Meteorologie“ findet sich nämlich folgendes berichtet: versenkt man ein wächsernes Gefäß, dessen Hals wasserdicht verschlossen ist, in das Meer, so enthält es nach vierund-

---

1) St. VII, 10. 2) Fr. 206. 3) Pr. XXIII, 34. 4) Z. III, 107; Pr. XXIII, 7. 5) Pr. XXIII, 13; M. II, (3), 36 u. 37. 6) M. II (3), 38 und 39. 7) Pr. XXIII, 30. 8) Pr. XXIII, 35. 9) M. II, (3), 25. 10) M. II, (2), 5–6 und 13; II, (3), 30 und 32. 11) M. II, (3), 31; IV, (7), 6 und 7.



zwanzig Stunden eine gewisse Menge Wasser, das durch die wächsernen Wände hineinfiltriert ist, und dieses Wasser ist trinkbar, da die erdigen und salzigen Bestandteile „abgesiebt" wurden [1]). — Über diese Stelle haben sich Kommentatoren und Erklärer seit undenklichen Zeiten vergeblich den Kopf zerbrochen, auch blieben alle Bemühungen den „Versuch" zu wiederholen ohne jeden Erfolg, da dünnwandige Wachsgefäße stets sofort zusammengedrückt wurden, dickwandige aber keinen Tropfen Wasser durchließen.

Einer recht unklaren Parallelstelle [2]) in den (nur teilweise echten) „Problemen" ist nichts Bestimmtes zu entnehmen, um so mehr als auffälliger und bisher anscheinend unbemerkt gebliebener Weise, in der Ausgabe der Berliner Akademie der griechische Text [3]) gar nicht mit der gegebenen lateinischen Übersetzung [4]) übereinstimmt, der vermutlich eine ganz andere Redaktion der Quellenschrift zugrunde liegt; doch ist auch in der lateinischen Übersetzung nur von einem „in das Meer versenkten Gefäße" die Rede, und mit keinem Worte von einem wächsernen. Weit wichtiger ist hingegen eine andere Parallelstelle in der „Tierkunde", die wieder von dem „dünnen wächsernen Hohlgefäße" spricht, das „ins Meer versenkt, nach vierundzwanzig Stunden eine kleine Menge trinkbaren Wassers enthält" [5]). In dem betreffenden Kapitel äußert nämlich ARISTOTELES die Vermutung, süßes Wasser gehe aus Meerwasser hervor, wenn dieses beim „Durchseihen" durch feste erdige Schichten sein Salz abgebe, und führt als Beleg auch an, daß alle Schaltiere von dem süßen Wasser leben, das beim Durchseihen des Seewassers durch ihre Schalen entsteht. Mit diesen Angaben muß der unmittelbar auf sie folgende „Versuch" in Zusammenhang stehen, und unmöglich kann daher ARISTOTELES ein Gefäß aus Wachs im Sinne gehabt haben, also aus einem, wie ihm wohl bekannt war, für Wasser ganz undurchlässigen Material.

Jener Zusammenhang wird hergestellt und damit die Stelle verständlich gemacht und ihre Schwierigkeit behoben, wenn man, statt *ἀγγεῖον κήρινον* (Angeion kérinon) = Wachsgefäß, *ἀγγεῖον κέραμον* (Angeion kéramon) = Tongefäß liest: diesen Ausdruck gebraucht ARISTOTELES öfters [6]), auch spricht er wiederholt von unglasierten und roh gebrannten Tongefäßen [7]), durch die Wasser sickert [8]), und erwähnt, daß salziges Wasser durch die Filtration süß und trinkbar wird [9]). Bei dem „Versuch" soll also offenbar ein durchlässiges (unglasiertes) Tongefäß wohlverschlossen in das Meer gesenkt, und das allmählich eindringende Wasser (dessen Menge nur gering sein

1) M. II, (3), 35 und 36. 2) Pr. II, 1. 3) Bd. II, S. 866. 4) Bd. III, S. 419. 5) Zo. VIII, 2. 6) z. B. im Bd. II, S, 801 der Berl. Akadem. Ausgabe (im Bd. III, S. 389 übersetzt mit „vas figlinum"); s. auch den BONITZ'schen Index, Bd. V, S. 382. 7) Z. II, 60. 8) Z. II, 89. 9) M. II, (2), 4.



kann, schon weil die Luft nicht oder nur spärlich zu entweichen vermag) trinkbar befunden werden; ein annäherndes Ergebnis solcher Art scheint aber wohl möglich, wenn, unter sonst günstigen Versuchsbedingungen, ein geeigneter und passend gebrannter Ton zur Anwendung gelangt [1]).

Das Wasser ist auch unentbehrlich zur Entstehung der Geschmäcke, denn schmecken kann nur das, was entweder schon an sich feucht ist, oder leicht Feuchtigkeit aufnimmt (wie das leicht zerfließliche Salz), oder sich leicht auflöst (wie der Honig) [2]); da der Geschmack zu den Gefühlen zählt, so ist auch für seine Übermittlung die Bewegung eines Mediums maßgebend [3]), wobei gleichsam das Scharfe sticht und das Stumpfe stößt [4]).

Beim Reifen und Nachreifen der Früchte entstehen, unter dem Einflusse natürlicher oder künstlicher Wärme, innerhalb der Fruchthüllen neue Geschmäcke verschiedenster Art, süße, bittere, fettige, herbe, saure, salzige, scharfe, beißende usf.; sie alle beruhen auf Veränderungen des Wassers (Saftes) durch gewisse „Geschmacks-Flüssigkeiten", die wiederum durch Wasser, das leichter als sie ist, aus dem Erdboden ausgezogen und den Pflanzen zugeführt werden [5]). Die Pflanzen schöpfen nämlich alle ihre Säfte, wie überhaupt ihre gesamte Nahrung, aus der Erde, wobei ihnen die Wurzeln als Mund dienen [6]) und bereiten aus den aufgenommenen Teilen ihre Stengel, Blätter, Blüten und Früchte; der Boden ist dieserhalb von größtem Einfluß auf die Entwicklung, und die Eigenschaften aus der Fremde eingeführter Samen verändern sich daher alsbald, der Nahrung entsprechend, die ihnen der neue Standort bietet [7]).

Schließlich sei noch bemerkt, daß ARISTOTELES an einer Stelle [8]) im Wasser nicht, wie sonst, die Qualität der Kälte überwiegen läßt, sondern die der Feuchte.

VII. Die Erde.

Das Innere der Erde ist heiß und feurig [9]) und enthält nicht selten von außen eingedrungene Luft, die sich unter Umständen durch Reibung und Stoß entzünden kann [10]), und, in unterirdische Hohlräume eingeschlossen, Erschütterungen und Erdbeben verursacht, ganz ebenso wie sie im menschlichen Körper, Konvulsionen und Krämpfe der Eingeweide erregt, — sofern man Kleines mit Großem vergleichen darf [11]).

Wie die Erfahrungen in Gruben, Bergwerken usf. beweisen, sind im Inneren der Erde Ausdünstungen von zweierlei Art vorhanden: 1. Trockene und rauchartige Dünste; sie erhitzen und verbrennen die Materie, die sie

1) Versuche hierüber anzustellen hat Herr Prof. Dr. E. ERDMANN in Halle freundlichst übernommen. 2) S. II, 9 und 10. 3) S. II, 7; III, 12. 4) S. II, 8. 5) P. I, 4. 6) Z. II, 66; S. II. 1. 7) Z. II, 53. 8) M. IV, (4), 4 und 5. 9) M. II, (8), 1. 10) M. II, (8), 20. 11) M. II, (8), 17.



vorfinden, und erzeugen so alle in Wasser unlöslichen Erden und Minerale, u. a. auch den Schwefel, das Sandarach (rotes Schwefelarsen), und dergl. 2. Feuchte und dampfartige Dünste; sie verdichten und koagulieren sich an geeigneten Stellen, und erzeugen so, namentlich wenn dies unter Druck geschieht, die Metalle [1]).

In letzter Linie sind also Erden, Mineralien, Erze und Metalle aus den Elementen, vornehmlich aus Erde und Wasser, in ganz bestimmter Weise gebildet, indem Wärme und Kälte gewisse Bewegungen hervorrufen, die, den Umständen entsprechend, rein naturgemäß, und nicht identisch mit jenen künstlichen sind, die man z. B. zwecks Absonderung von Metallen und zwecks Herstellung von Geräten einleitet [2]); dadurch, daß Wärme und Kälte auf die Elemente und auf die rauch- und dampfartigen Dünste einwirken, sie erhitzen und schmelzen, niederschlagen und verdichten, erhalten die entstehenden Stoffe ihre eigentümlichen Mischungen der vier Qualitäten und ihre durch diese Mischungen bedingten charakteristischen Eigenschaften aller Art [3]).

a) Nichtmetalle, Salze und dergl.

Der Schwefel (θεῖον = Theion), der für sehr heilig gilt (θεῖον = göttlich) [4]), zeigt mannigfaltige Farben, die je nach Richtung und Stärke der Belichtung in verschiedenster Weise hervortreten [5]), und sich beim Erhitzen und Schmelzen völlig verändern [6]); angezündet verbreitet er heftig riechende, erstickende, ja tödlich wirkende Dämpfe [7]), die in manchen Gegenden auch aus dem heißen, brennenden Erdboden hervorströmen [8]). Schwefel ist in vielen Aschen vorhanden, deren eigentümlicher Geruch besonders beim Übergießen mit Wasser bemerklich wird [9]); auch gewisse heiße Wasser, sowie manche Quellen und Sümpfe entwickeln diesen entsetzlichen Geruch (nach Schwefelwasserstoff!), so daß kein Tier in ihnen leben kann, und über sie hin fliegende Vögel oft tot aus der Luft fallen [10]).

Kohle scheidet sich beim Verbrennen von Holz ab, das dabei schwarz wird und schwarzen Rauch und Ruß gibt, der auch zum Schwarzfärben dient [11]). Bedeckt man glühende Kohlen, die sich sonst lange in diesem Zustande erhalten, mit einem dicht schließenden Deckel, so verlöschen sie sehr rasch [12]); der „Dampf" brennender Kohlen erregt Kopfschmerzen und ist oft tödlich [13]). Kohlen an sich sind aber unschädlich, ja es gibt Menschen, die sie, ebenso wie Erde, aus schlechter Gewohnheit verschlucken [14]). — Der Stein „Spinos" und seine Verwandten, die man aus

1) M. IV, (10) 13. 2) M. IV, (10), 2 und 3; (12), 11. 3) M. IV, (8), 1–6. 4) Pr. XXIV, 19. 5) Fa. 2 und 3. 6) Fa. 3. 7) P. I, 5; S. II, 9; Zo. IV, 8. 8) W. 127. 9) Pr. XXIV, 17—19. 10) Pr. XXIV, 18 und 19; W. 81 und 100. 11) Fa. 1 und 4. 12) P. VI, 5. 13) P. I, 5. 14) Ni. VII, 6.



den Bergwerken Thraciens, Lykiens und des Peloponneses fördert, und die sich von selbst entzünden und beim Besprengen mit Wasser in Brand geraten sollen [1]), sind nach einigen Erklärern als schwefelkieshaltige Kohlen anzusehen, nach anderen als bituminöse Alaunschiefer.

Sandarach (d. i. rothes Schwefelarsen), — wohl zu unterscheiden von dem, wohl wegen der ähnlichen Farbe, mit gleichem Namen bezeichneten Bienenbrot, das sonst Kerinthos heißt [2]) —, tötet Pferde und andere Zugtiere, wenn man es ihnen, in Wasser gelöst und durchgeseiht, beibringt [3]); da in anderem Zusammenhange [4]) richtig angegeben wird, daß Sandarach in Wasser unlöslich ist, so kommt hier wahrscheinlich „gebranntes" Sandarach in Frage, das arsenige Säure enthält, deren erste Erwähnung in der Literatur dann an dieser Stelle vorläge.

Was unter dem *ἀρσενικόν* (Arsenikon), das zum Färben der Haare dient, zu verstehen sei, bleibt zweifelhaft; die lateinische Übersetzung der Berliner Akadem. Ausgabe gibt es mit Auripigmentum wieder; daß aber von diesem, d. h. vom gelben Schwefelarsen, die Rede sei, ist unwahrscheinlich, da die Substanz die Haare rötlich färben soll [5]).

Von den Erden, die sehr zahlreiche Arten bilden, sind die meisten unlöslich in Wasser, einige aber löslich in anderen Flüssigkeiten, z. B. die Eierschalen [6]) (in Essig); auch von den ersteren dienen viele als Farben, z. B. Minium (ein vieldeutiges Wort, das auch noch in späterer Zeit alle nur möglichen roten Oxyde und Sulfide bezeichnet) und Oker [7]). Einige Erden werden zu Ziegeln, Rohren, glasierten und unglasierten Gefäßen, und dergleichen gebrannt, namentlich die Tonarten; beim Erwärmen gibt der Ton anfangs Wasser ab, sodann wird er fest und hart, völlig unlöslich, und so widerstandsfähig, daß er im Feuer nicht wieder schmilzt, und höchstens nur bei allergrößter Hitze etwas erweicht [8]); so verhalten sich alle Rohstoffe dieser Art, die ganz vorwiegend aus Erde bestehen und nur wenig Wasser enthalten [9]). Andere Erden schmelzen beim Erhitzen und geben dabei, wie der Bimsstein, eine kompakte, kalkige, weiße Masse [10]), oder, wie die Glaserde, ein festes, klares und helles Glas; trotz seiner großen Dichte ist dieses, wenn nicht völlig, so doch fast völlig durchsichtig, jedenfalls weil seine Poren und Gänge so regelmäßig angeordnet sind, daß die Lichtstrahlen, die nur in gerader Richtung fortschreiten, sie zu durchdringen vermögen [11]).

Erdarten besonderer Natur sind die Salze [12]). Weit verbreitet ist das Nitron (d. i. mehr oder weniger verunreinigtes kohlensaures Natrium),

1) W. 33, 41, 116, 127. 2) Zo. IX, 40. 3) Zo. VIII, 24. 4) M. III, (7), 2–6. 5) Pr. XXXIII, 2. 6) Z. II, 89—91. 7) Fa. 4; M. IV, (7), 2—6. 8) M. IV, (6), 7, 8, 12; IV, (10), 9 und 10; Z. II, 60. 9) M. IV, (6), 2—6; IV, (7), 1, 15, 17, 20. 10) M. IV, (6), 11 und 12. 11) Pr. XI, 58 und 59; Fa. 3. 12) P. I, 4.



das, weil es neben viel Erde auch noch etwas Wasser enthält, schmelzbar und in Wasser leicht löslich ist [1]): sein Geschmack ist bitter und zusammenziehend [2]), besonderen Geruch besitzt es nicht [3]), oftmals aber besondere (rote) Farbe, wie z. B. das sog. „Schaumnitron“ [4]) (das als Schminke diente). Das Wasser eines Sees in Bithynien ist so reich an Nitron, daß es unmittelbar zum Reinigen der Leinenkleider dienen kann und sie bei längerer Einwirkung sogar zerfrißt [5]); daß das Wasser des Sees Paesa ähnliche Eigenschaften zeigt, zugleich aber auch trinkbar ist, kommt vielleicht daher, daß es zwar reichlich zum Reinigen geeignete Bestandteile enthält, aber keine bitteren [6]).

Dem Nitron ähnlich ist die Asche, die beim Verbrennen gewisser Rohre und Binsen zurückbleibt, sowie das Salz, das man erhält, wenn man die Asche mit Wasser auszieht und die Lösung einkocht [7]), (d. i. wesentlich kohlensaures Kalium). Alles Verbrannte hinterläßt Asche, die nach Schwefel (richtiger Schwefelwasserstoff) riecht und salzig ist [8]); wie gebrannter Kalk, Schlacke, und Anderes, das großer Hitze ausgesetzt war, so hält auch die Asche potentielle Wärme in sich zurück [9]), die aktuell hervortritt, wenn man z. B. Wasser aufgießt; dieses wird beim Durchfließen warm [10]) und entzieht ihr die salzigen und bitteren Bestandteile [11]). Asche und Aschenlauge sind an und für sich weiß; gelblich oder grau färben sie nur gewisse Reste des gelblichen Feuers oder des grauen Rauches [12]). — Einige geben an, ein mit Asche gefülltes Gefäß nehme noch ebensoviel Wasser in sich auf, als es faßt, wenn es leer ist [13]); diese Behauptung ist aber nicht zu billigen [14]). Die Asche hat nämlich viele Poren und Zwischenräume, und wenn das Wasser in diese eindringt, so wird sie dicklich und setzt sich ab; das Nämliche geschieht, wie der Versuch beweist, auch im umgekehrten Falle, d. h. wenn man in ein Wasser enthaltendes Gefäß Asche einbringt; war das Gefäß aber schon ganz mit Wasser gefüllt, so nimmt es überhaupt nichts Weiteres mehr auf, vielmehr fließt beim Einschütten der Asche entsprechend viel Wasser über, und falls die Asche heiß war, so wird ein Teil Wasser zu Luft (Dampf) [15]).

Kochsalz findet sich in manchen Gegenden als Steinsalz vor, dessen anfangs oft noch etwas feuchte Masse an der Sonne so völlig verhärtet, daß man aus ihr, wie aus parischem Marmor, Tierfiguren und Gebrauchsgegenstände herstellen kann [16]); sehr häufig treten salzhaltige Quellen auf, und einige von ihnen enthalten so viel Salz, daß sich dieses,

1) M. IV, (9), 1; (10), 12 und 16—18. 2) Pr. I, 38. 3) P. I, 5. 4) Fa. 4. 5) W. 53. 6) Pr. XXIII, 40. 7) M. II, (3), 43. 8) M. II, (3), 24; Pr. XXIV, 18. 9) Th. II, (2), 7; III, (9), 3. M. II, (3), 39; IV, (11), 2 und 3. 10) M. IV, (11), 3. 11) Pr. XIV, 17. 12) Fa. 1. 13) Ph. IV, 6. 14) Ph. IV, 7. 15) Pr. XXV, 8. 16) W. 134.



wenn man die Sole einkocht und erkalten läßt, in den schönsten „Flocken“ abscheidet[1]). Reich an Salz zeigt sich auch das Meerwasser, besonders in seinen obersten Schichten, doch sind zugleich noch andere, scharf und bitter schmeckende Stoffe vorhanden[2]); daher ist das Seesalz zerfließlich, von eigentümlichem Geruche, und von einem „öligen“, in der Wärme ausschwitzenden Bestandteile durchdrungen, der auch verursachen soll, (offenbar weil er „öliger“ Natur ist!), daß Seewasser das Feuer schlechter löscht, als süßes[3]). Im Schweiß, in Tränen, und im gewöhnlichen Harn ist gleichfalls Salz vorhanden, das aber aus den Nahrungsmitteln herstammt, deren beste und süßeste Teile der Körper zu seiner Ernährung verbraucht, während er die hierzu überflüssigen abscheidet[4]).

Festes Salz, in das Feuer geworfen, zerknistert, weil es noch etwas Feuchtigkeit enthält, die sich in Dampf verwandelt[5]). Es löst sich leicht in Wasser, nicht aber in vielen anderen Flüssigkeiten[6]); Bedingungen der Löslichkeit sind nämlich, daß der feste Stoff reichliche, eine völlige Durchdringung ermöglichende Poren enthält[7]), und daß die Poren nicht kleiner sind, als die kleinsten Tröpfchen der Flüssigkeit, da sie diese sonst nicht einzulassen vermögen[8]); es wird aber auch behauptet, daß Salz besser von salzhaltigem Wasser gelöst werde als von reinem, weil dessen Teilchen so klein seien, daß sie durch jene des Salzes wirkungslos hindurchgehen[9]). Beim Eindampfen der Lösungen bleibt das Salz schließlich völlig fest zurück, ohne aber zu schmelzen[10]); sehr auffällig erscheint es, daß Salzlösung, über Süßwein geschichtet, so ziemlich auf ihm schweben bleibt, während sie sich mit gewöhnlichem Wein sogleich vermischt, vermutlich weil dieser weniger Festes gelöst enthält und weniger dicht ist[11]).

Salz ist sehr förderlich für die Vermehrung und Mästung des Viehes[12]), wie das die Wage beweist[13]), und Mäuse sollen sogar durch bloßes Lecken von Salz trächtig werden[14]). Wenn Mütter es in übergroßer Menge genießen, so fehlen den Neugeborenen die Nägel[15]).

Den Salzen ähnlich sind die *στυπτηρία* (Stypteria) und *μελαντηρία* (Melanteria) genannten Substanzen (vermutlich unreine Alaune und Vitriole), die scharf und schwefelartig schmecken und riechen, sich in Wasser auflösen und ihm dieselben Eigenschaften verleihen, und auch färbend wirken und zum Färben gebraucht werden[16]).

1) M. II, (3), 41; W. 138. 2) Pr. XXXIII, 30 und 35. 3) P. I, 5.; Pr. XXIII, 9, 14 und 32. 4) Pr. II, 3; V, 37. 5) Pr. XI, 26 und 43. 6) M. IV, (6), 12. 7) M. IV, (9), 4. 8) M. IV, (8), 9; (9), 5. 9) Pr. XXIII, 22. 10) M. IV, (7), 10, 15, 17, 20; (10), 9 u. 10. 11) Pr. XIII, 25 u. 26. 12) Zo. VI, 19; VIII, 10 W. 138. 13) Zo. VIII, 6. 14) Zo. VI, 37. 15) Zo. VII, 4. 16) Pr. XXIV, 18; Fa. 4; W. 127.



Einen sehr heftigen Geruch (nach Ammoniak, kohlensaurem Ammonium und dergl.) verbreiten die Fischbrühe, die Salzlake, und vor allem das verbrennende Hirschhorn, mittelst dessen man die Insekten vertreibt [1]; manche schreiben dem Hirschhorn auch große Heilkräfte zu, besonders dem linken, das die Hirsche beim Abwerfen verbergen sollen [2].

b) Metalle, Erze und dergl.

Mit Ausnahme des Goldes, das völlig rein und daher im Feuer unveränderlich ist, enthalten alle Metalle, wie Silber, Kupfer, Eisen oder Blei, noch mehr oder weniger viel erdige Teile, und sind deshalb „verbrennbar“; sämtliche Metalle enthalten ferner Wasser in potentiellem Zustande, der aber aktuell hervortritt, wenn sie schmelzen, denn alles Schmelzbare ist von der Natur des Wassers [3]. Am leichtesten schmelzen darum jene Metalle, die (gleich Glas und manchen Mineralien) wenig Erde, aber relativ viel Wasser führen, z. B. Gold, Silber, Zinn und Blei, am schwersten dagegen solche, in deren Zusammensetzung noch viele Erde einging, z. B. Eisen [4].

Daß die Metalle und ihre Erze in eigentlichem Sinne wachsen und nachwachsen sollen, ist nicht möglich, da allem Leblosen das „ernährende Prinzip“ fehlt [5]; hingegen können sich, ihrer (weiter oben erwähnten) Entstehung gemäß, Metalle in neuen oder erneuten Mengen aus den entsprechenden Dünsten niederschlagen, und Erze aus passenden Erden durch Umbildung erzeugen [6]. Alle die Erde betreffenden Veränderungen geschehen ganz allmählich und innerhalb ungeheurer Zeiträume; Erscheinungen wie die Bildung des Nildeltas, die Entstehung und Austrocknung von Meeren, die Ausbreitung von Wüsten, und dergl., sind nur auf solche Weise erklärbar [7].

Sowohl die Metalle als auch ihre Erze zeigen, je nach der Stärke und Richtung des Lichtes, je nach der Einwirkung, die sie durch Hitze und Feuer erfuhren, und je nach der Behandlung, die ihnen mit verschiedenen Stoffen und auf verschiedene Weise zuteil wurde, auch sehr verschiedene und wechselnde Farben; ihre ursprüngliche Farbe wird oft schon durch die Natur selbst verändert, so daß man sie erst richtig kennen lernt, wenn die oberste Schicht entfernt oder abgerieben wird, deren Teilchen dann zuweilen nicht mehr gold- oder kupferfarbig erscheinen, sondern schwarz, vielleicht weil die Poren zerstört sind, in die das

1) Zo. IV, 8. 2) Zo. IX, 5. 3) M. III. (7), 2—6; IV, (10), 2, 3, 13; IV, (12), 11. Met. V, 6 und 24; Th. II, (2), 8; Ph. II, 1; P. 1, V. 4) M IV, (10), 12 und 15—18. 5) Gr. I, 4; die Stellen W. 42—44 und 47 sind unächt, s. Fr. 248. 6) Met IX, 7. 7) M. I, (14), 7, 28, 32.

Färbende eindrang, so daß die Grundfarbe wieder sichtbar hervortritt [1]). Aber auch durch künstliche Einwirkung verändert sich die Farbe: verreibt man z. B. Molybdaina (eine bleihaltige Substanz?) mit Wasser oder Öl, so wird das dichte Schwarze zu einem lockeren Weißen, jedenfalls indem die beigemengte Luft, die auch das Volumen bedeutend vermehrt, ihre Weiße ebenso durchschimmern läßt, wie beim Schaum und Schnee [2]).

Eigentümlichen Geruch zeigen unter den Metallen das Eisen und Kupfer in deutlicher, das Silber und Erz (Kupfer-Legierung?) in undeutlicher Weise, während das Gold völlig geruchlos ist [3]); gegen unreine Ausdünstungen sind viele Metalle sehr empfindlich, so z. B. trüben sich metallene Spiegel, wenn eine Frau zur Zeit der Katamenien hineinsieht [4]).

Gold findet sich gediegen im Sande mancher Flüsse und zuweilen auch in großen Klumpen im Erdboden [5]); zu seiner Prüfung bedient man sich des Probiersteins [6]). Reines Gold ist gelb und rot, und steht daher in nächster Verwandtschaft zu dem ebenso gefärbten Feuer [7]), durch dessen Einwirkung es nicht verändert wird; die Kunst es zu gewinnen und zu schmelzen lehrte der Phönizier KADMOS [8]). — Worauf die Angabe hindeutet, daß die an der Südküste des schwarzen Meeres wohnenden Chalyber aus Mäusen Gold gewinnen [9]), ist unbekannt.

Silber soll in Spanien gelegentlich eines Waldbrandes geschmolzen aus dem Boden geströmt, und anläßlich eines Erdbebens den Rissen und Spalten der Berge entquollen sein, in solchen Mengen, daß die Phönizier nicht nur ganze Schiffsladungen davon holen, sondern selbst ihre Anker aus Silber verfertigen konnten [10]). Große Mengen Silber ergaben auch die im Jahre 483 entdeckten Minen von Laurion, aus denen der Staat der Athener anfangs jährlich hundert Talente Reingewinn zog [11]). Das Silber kam, wie ehedem das Eisen, erst in gewogenen, später aber auch in gestempelten (geprägten) Stücken, unter dem Namen „Geld" in Umlauf [12]); durch seinen fast unveränderlichen Wert ist das Geld zum gemeinsamen Maße aller Dinge geworden und gilt als Bürge für die Möglichkeit künftigen beliebigen Austausches, der so an die Stelle des ursprünglichen Tauschhandels treten konnte [13]). Hergestellt, geschmolzen, und „zurechtgekocht" wird das Silber in den Silberhütten, und gelegentlich letzterer Operation „spratzt" es, weshalb die beim „Abschäumen" angestellten Arbeiter die umhergeschleuderten Abfälle sorgfältig sammeln und verwerten; die Erscheinung wird durch die große Dichte des geschmolzenen Metalles verursacht, das die Wärme nicht glatt durchläßt, sondern so lange

1) Fa. 2 und 3. 2) Z. II, 28. 3) P. I, 5. 4) P. IV, 2. 5) W. 45 und 46. 6) Z. VIII, 12. 7) Met. X, 3. 8) Fr. 459. 9) W. 25. 10) W. 37 und 135. 11) Ath. 22. 12) St. I, 9; Gr. I, 34. 13) Ni. V, 8; St. I, 9.



in sich anhäuft, bis sie sich gewaltsam Bahn macht und dabei Teile der Schmelze mit sich reißt und gleichsam auswirft [1]).

In vieler Hinsicht verhält sich das Silber ganz wie das Zinn, und wenn auch die weiße Farbe ihm in höherem Grade zukommt wie letzterem, so stimmen doch beide Metalle in ihren meisten Eigenschaften durchaus überein [2]); was aber so nahe verwandt ist wie Silber mit Zinn, oder Gold mit feuerfarbigem (scil. Metall), und sowohl der nämlichen Art wie der nämlichen Gattung angehört, ist auch gegenseitigen Überganges fähig [3]).

Quecksilber wird durch Kälte nicht fest, da es zwar neben Erde auch sehr viel Wasser enthält, dem es seinen flüssigen Zustand verdankt, aber auch viel Luft, die seine Verdichtung hindert [4]); DÄDALUS benützte es, um, durch Eingießen in die Höhlung eines hölzernen Abbildes der Aphrodite, dieses beweglich erscheinen zu lassen [5]). — Zinnober erwähnt ARISTOTELES zwar als Konglomerat roten Staubes (*κιννaβάρινον*, Kinnabarinon) [6]), bringt es aber mit dem Quecksilber nicht in Zusammenhang.

Kupfer, dessen Erz in Cypren „gebrannt" wird (*κεύεται*) [7]), enthält nur wenig Wasser [8]) und ist schmelzbar, dehnbar und weich, so daß es leicht Eindrücke aufnimmt [9]); man schreibt ihm große Heilwirkungen zu, und glaubt, daß, diesen zufolge, Wunden leichter heilen, wenn sie durch erzene, als wenn sie durch eiserne Waffen geschlagen wurden [10]). — Der Stein „Chrysokolla", der in Chalcedon gefunden wird, im nämlichen Preise wie Gold steht, und ein vortreffliches Mittel gegen Augenkrankheiten abgibt, ist wohl Malachit (ein Karbonat des Kupfers), der „Blaustein" wahrscheinlich ein blaufarbiges Kupfermineral, vielleich aber auch Lasur [11]).

Eisen liefern in großer Menge die Eisenerze Elbas, wo ehedem auch Kupfer gefördert wurde, das in Etrurien zur Herstellung von Erzgefäßen diente [12]); ferner die Gruben der Chalyber, nächst Amisus an der Südküste des schwarzen Meeres, bei denen sich aber eisenhaltige Geschiebe auch im Sande der Flüsse vorfinden sollen [13]). — Die Deutung des Pyrimachischen Steines, der in der Hitze Tropfen fallen läßt und sich verflüssigt [14]), auf Pyrit, ist mehr als zweifelhaft, die Angabe, Eisen werde bei vulkanischen Ausbrüchen in halbflüssigen Klumpen ausgeworfen, untergeschoben [15]).

Das Eisen ist, wegen seines hohen Gehaltes an Erde, schwer schmelzbar und erweicht erst bei großer Hitze [16]); es ist sehr fest und hart, doch wird erzählt, daß es in Cypern Mäuse gebe, die es anzunagen vermögen [17]).

1) Pr. XXIV, 9. 2) Met. VIII, 3; X, 3. P. I, 5. 3) Met. X, 3. 4) M. IV. (8), 11. 5) S. I, 3. 6) M. III, (7), 2—6; Zo. II, 1 (unecht?). 7) Zo. V, 19. 8) M. IV, (8), 40. 9) M. IV, (9), 2, 13, 21. 10) Pr. I, 35 u. 42. 11) W. 58. 12) W. 93. 13) W. 48. 14) M. IV, (6), 11. 15) We. 4. 16) M. IV, (7), 17 und 20; (10), 12 und 16—18; IV, (6), 9. 17) W. 25.



Die beste und härteste der zahlreichen Eisenarten ist die der Chalyber, d. i. der Stahl (Chalybs); er wird aus dem Eisen gewonnen, indem man es wiederholt, teils für sich, teils zusammen mit gewissen Steinen, in den Öfen schmilzt, wobei sich eine große Menge Schlacke absondert und ein bedeutender Gewichtsverlust entsteht, der die Erzeugung sehr verteuert; der fertige Stahl ist von äußerster Härte, prächtig glänzend, und widersteht dem Rost, doch ist er nicht für alle Zwecke so verwendbar wie das weniger reine (gewöhnliche) Eisen [1]), dessen Beschaffenheit sich aus dem Charakter der Töne beurteilen läßt, die es beim Feilen, Hämmern, und Schmieden auf dem Amboß von sich gibt [2]). Aus Eisen stellt man Waffen her, ferner grobe und feine Werkzeuge, z. B. Weberschiffchen; wenn diese erst automatisch weben werden, wird man keine Sklaven und Sklavenaufseher mehr brauchen [3]). Die Unentbehrlichkeit des Eisens veranlaßte einmal einen sizilischen Händler, alles Eisen sämtlicher Eisenhütten zusammen zu kaufen, und er gewann daran, als Bedarf eintrat, unter nur mäßiger Erhöhung des Marktpreises 200 Prozent. Ähnlich verfuhr schon der weise THALES, dem man einst seine Armut als Beweis der Nutzlosigkeit der Philosophie vorhielt: da er, nach den Stellungen der Gestirne, günstige Witterung und eine reiche Ölernte voraussah, pachtete er in Milet und Chios alle Ölpressen, verdiente als deren alleiniger Inhaber, sobald man sie zur Erntezeit dringend gebrauchte, vieles Geld, und zeigte so den Freunden, daß auch Philosophen reich werden können, wenn sie nur wollen, daß aber Reichtum nicht das Ziel ist, nach dem sie streben [4]).

Das Blei schmilzt und erstarrt sehr leicht, und wenn man es geschmolzen in Wasser eingießt, so springt es zum Teil wieder heraus [5]); seiner großen Schwere wegen macht man aus ihm Geschosse, sowie Gegengewichte für Ziehbrunnen [6]). Auch bereitet man aus Blei das Bleiweiß, das in allen seinen Teilchen das reinste Weiß als natürliche Farbe zeigt [7]).

Zinn kommt aus den keltischen Ländern; es schmilzt noch weit leichter und rascher als Blei, zerfließt schon im (siedenden) Wasser, und zerfällt bei großer Kälte und starkem Frost [8]). Es läßt sich gießen, und auf einer der vom Eridanus (Po) angeschwemmten Inseln im innersten Winkel der Adria (wo einer der uralten, aus keltischem Gebiete kommenden Handelswege das Meer erreichte), sollen zwei Bildsäulen stehen, die eine aus Zinn, die andere aus Erz [9]). Als Erfinder des Zurechtmischens und Gießens des Erzes, d. i. der Bronze, gilt ein Skythe namens LYDOS [10]).

1) M. IV, (6), 9 und 10; (9), 25. W. 48. 2) Tö. 3) St. I, 4. 4) St I, 11. 5) M. IV, (8), 10; W. 61. 6) Hi II, 7; Mech. 29. 7) Mel. 4; Zo. VII, 3. 8) W. 50. 9) W. 81. 10) Fr. 506.



Der Vorgang bei dieser Mischung (χαλκοῦ κρᾶσις, Krasis) besteht darin, daß die ausgeprägte und beständige Natur des Kupfers der ungefestigten und für Einwirkungen sehr empfänglichen des Zinnes völlig Herr wird, so daß das Zinn, als wäre es ein bloßer stoffloser Zustand des Kupfers, im Erze verschwindet, dem es dabei eine (goldige) Färbung erteilt [1]); tatsächlich ist das Zinn, nach seiner Vermischung mit dem Kupfer, als solches nicht mehr wahrnehmbar, aus den weichen Metallen ist aber ein hartes, von großem Glanze und von ganz anderer Farbe entstanden [2]) und das Färbende hat also hier das, was es färbte, durchaus verändert [3]), während sonst Unterschiede in den Farben oft nur oberflächliche, für das Wesen der Sache bedeutungslose sind [4]).

Das Erz der Mossynöken, das außerordentlich glänzend und leuchtend ist, wird nicht aus Kupfer und Zinn bereitet, sondern man verschmilzt mit dem Kupfer eine in jenem Lande vorkommende Erdart, und der Erfinder dieser Mischung (κρᾶμα = Krama; κρᾶσις = Krasis) hielt sein Verfahren geheim [5]). Das Produkt ist offenbar Messing und die Erdart ein Zink-haltiges Mineral, wohl die auch in Chalcedon vorhandene „Phrygische Asche", die zugleich als vortreffliches Augenheilmittel gerühmt wird (unreines Zinkoxyd) [6]). Aus Messing dürften auch die Trinkschalen des Königs DARIUS bestanden haben: ihr (angeblich indisches) „Erz" war glänzend, leuchtend und unverrostbar wie Gold, und von diesem nicht durch seine Farbe zu unterscheiden, sondern nur durch seinen Geruch [7]). — Ob das Orichalcum, aus dem man in Chalcedon Statuen anfertigte [8]), Messing war, bleibt dahingestellt; Elektron ist keinesfalls, wie einige Erklärer wollen, Messing, sondern eine Gold-Silber-Legierung, doch ist die Stelle, die es anführt, untergeschoben [9]).

Zinn und Silber sind, als der gleichen Gattung und Art angehörig, und als in ihren meisten Eigenschaften identisch und in anderen nur gradweise verschieden, wechselseitigen Überganges ineinander fähig [10]). Übrigens sieht Manches wie Silber oder Gold aus, was nur aus Zinn und Lithargyrina (silberfarbige Legierung?) besteht, oder bloß mit Hilfe von „Gallen-Farbe" (χολοβαφίνα) gelb gefärbt ist; wer es wirklich für Silber oder Gold hält, gleicht dem Manne, dem ein Trugschluß als Wahrheit erscheint [11]).

VIII. Organische Stoffe.

Brennbare Öle entquellen in großen Mengen dem Boden Persiens [12]), in kleineren auch dem Siziliens [13]), woselbst sie oft deutlich nach Cedern-

1) E. I, 10. 2) Z. II, 127; Fa. 4. 3) Fa. 4. 4) Met. X, 9. 5) W. 62. 6) W. 58. 7) W. 49. 8) W. 58. 9) We. 6. 10) Met. X, 3. 11) To. IX, 1. 12) W. 35. 13) W. 113.



harz riechen; dicke, dunkle und zähe Öle, nebst Erdpech und Asphalt, strömen in Mazedonien, Thrazien und Illyrien ans dem heißen, oft sogar brennenden, nach Schwefel und Bitumen riechenden Erdboden, und verbreiten widerwärtige, erstickende und tödliche Dünste [1]).

Das gewöhnliche Öl stammt von den Ölbäumen, die für heilig gelten, weshalb auch bei den Panathenäen die Sieger in den gymnastischen Spielen und Pferderennen Tonkrüge mit Öl aus dem heiligen Haine als Preis empfangen [2]). Das Öl enthält Wasser und viel Luft und läßt sich deshalb nicht eindicken [3]); seine Teilchen halten durch ihre Zähflüssigkeit, indem sie wie Ketten und Ringe aneinander hängen, die Luft fest [4]), und diese bewirkt, daß das Öl, durch die Luft emporgetragen, auf dem Wasser schwimmt, in der Kälte zwar dick wird, aber nicht gefriert, und beim Schütteln mit Wasser einen weißen Schaum gibt [5]). Daß das Öl auch schon beim Stehen oft weiß, dick und schaumig wird, rührt daher, daß die Wärme einen Teil des Wassers aussondert und in Luft verwandelt [6]). Im Sonnenlicht stehend wird das Öl, unter Abscheidung überschüssiger Feuchtigkeit und dunkler erdartiger Bestandteile, gebleicht [7]); angezündet verbrennt es, und entwickelt dabei dichten schwarzen Rauch und schwarzen, färbenden Ruß [8]), der völlig jenem des sehr entzündlichen und wegen seines großen Luftgehaltes ebenfalls nicht eindickbaren Teeres gleicht [9]). — Ähnlich dem Olivenöl ist das (auch aus den Früchten gepreßte) Öl der balearischen Terebinthe, und der Zeder [10]).

Den Ölen verwandt sind die Fette: sie enthalten sämtlich viel Luft und Feuer, weshalb sie nicht verfaulen [11]), und bleiben entweder auch beim Erkalten flüssig, wie z. B. jene der Fischlebern [12]) oder werden dabei fest, wie z. B. der Talg, was auf einen Gehalt an Erde deutet [13]); einige sind aber auch gemischter Natur, z. B. das Bärenfett, das in der Kälte gesteht, zur Zeit des Winterschlafes der Bären aber unter Volumzunahme aus den Gefäßen quellen soll [14]). Alle Fette speichern, ähnlich wie gebrannter Kalk und Asche, Wärme in sich auf, und sind daher leicht brennbar [15]); beim Verbrennen, oder schon beim Schmelzen, entwickeln sie ekelhafte Dämpfe, die ungesund, namentlich aber für Schwangere sehr schädlich sind [16]), und erzeugen eine große Menge schwarzen Rußes [17]).

Den Fetten gleicht das Wachs, das die Bienen als Wabenwachs den Blumen, als sog. Stopfwachs den Ausschwitzungen der Bäume ent-

---

1) W. 116 und 127; P. I, 5; S. II, 9. 2) Ath. 60. 3) M. VI, (5), 24; IV, (8), 11; (9), 35; (10), 5 und 7. 4) M. IV, (9), 28. 5) M. IV, (7), 2—5 und 9; (10), 8. Z. II, 28—30. 6) Z. II, 28. 7) Pr. XXXV, 11; XXXVIII, 1. 8) M. IV, (9), 38 Fa. 1 und 4. 9) Th. II, (2), 7; M. IV, (8), 11; Fa. 1 u. 4. 10) W. 88, s. DIOSKORIDES I, 50; Zo. VII, 3 (unecht?). 11) P. V, 5; Zo. III, 19. 12) Zo. III, 17. 13) Th. II, (5), 1. 14) W. 67. 15) Th. III, (9), 3; II, (2), 7. 16) Zo. VIII, 24. 17) Fa. 1.



nehmen[1]; es wird, wie Öl, an der Sonne gebleicht[2]), und ist leicht schmelzbar und brennbar[3]).

Süßstoffe entstehen, indem die Pflanzensäfte unter Einwirkung der Wärme zu einem gewissen Grade der Gare gelangen[4]), der ihnen, neben den Fetten, den angenehmsten Geschmack, die leichteste Verdaulichkeit, und die größte Nährkraft verleiht[5]). Reich an Süßstoffen sind u. a. Rosinen, Feigen, Trauben und daher Most und Süßwein, die öldicke Manna, die gleichsam einen Honig ohne Waben darstellt, und vor allem der Honig selbst[6]): dieser tropft aus der Luft, besonders beim Aufgange gewisser Gestirne und wenn sich ein Regenbogen niedersenkt, und die Bienen sammeln ihn nur. Die beste Sorte ist der Thymian-Honig, die übrigen sind äußerst verschieden an Aroma, Süße und Konsistenz, so daß einige dauernd dünnflüssig bleiben, andere nach kurzem Stehen fest werden, was vermutlich auf einem größeren Gehalt an Erde beruht[7]). Honigarten, die giftig sind, kommen ebenfalls vor[8]).

Durch Gärung der süßen Säfte, hauptsächlich des Mostes, aber auch des Honigs, entstehen Wein und Honigwein (Met), welchen letzteren die Taulantier in Illyrien vortrefflich zu bereiten wissen[9]); der Vorgang vollzieht sich durch eine Art Digestion (Garkochung, Reifung) unter Einfluß der Wärme[10]), ist aber schwierig zu erklären. Fest steht, daß der Most von süßer Beschaffenheit und an sich weder „weinig" noch berauschend ist[11]); der Wein aber zeigt diese Eigenschaften, und kann daher nicht (nach EMPEDOKLES) bloß „gegorenes Wasser" sein[12]), wenn er auch der nämlichen Gattung wie das Wasser angehört, ja sogar eine Art Wasser vorstellt[13]). Jedenfalls ist der Wein eine einheitliche, nicht weiter zerlegbare Substanz von warmer und süßer Natur[14]), und enthält stets Wasser und Luft[15]), zuweilen aber auch Erde, die das Festwerden beim Gefrieren, und die Entstehung eines festen Rückstandes beim Einkochen bewirkt, und manchen Sorten die dunkelrote Farbe verleiht[16]). In das Feuer gegossen verursacht der Wein eine Flamme, doch hat er an sich keine Ausdünstung[17]); verdichtet sich der Weindunst irgendwie, so entsteht hierbei, wie in so manchen ähnlichen Fällen, nicht wieder das Ursprüngliche, nämlich Wein, sondern Wasser[18]). Was beim Trinken des Weines den Kopf einnimmt, ist der starke Geruch der zum Gehirn aufsteigenden Dünste[19]), die be-

1) Zo V, 22. 2) Pr. XXXVIII, 1. 3) M. IV, (9), 38. 4) Z. III, 14. 5) Pr. XXXI, 13. 6) Zo. VIII, 7; W. 17 u. 19; Zo. V, 22. 7) M. IV, (10), 8. 8) W 18. 9) W. 22. 10) M. IV, (2), 5. 11) Pr. XXII, 23; M. IV, (9), 35. 12) To. IV, 5. 13) Ph. 1, 2; M. IV, (9), 35. 14) Met. V, 6; Pr. III, 8. 15) M. IV, (5), 24. 16) M. IV, (10), 5, 7, 8, 15, 18; Pr. XXXV, 11. 17) M. IV, (9), 35; auch in Pr. III, 35 taucht nirgendwo der Gedanke an einen flüchtigen Bestandteil auf. 18) M. II, (3), 31; Pr. XIII, 6. 19) Pr. XIII, 13.



sonders reichlich der dunkelrote, dichte und warme, stark schäumende Wein liefert[1]), sowie der sehr gealterte, weil bei diesem allmählich viel Wasser abdunstet und daher seine „Stärke“ in unverdünnterer Lösung zurückgeblieben ist[2]).

Setzt man reinem Weine Wasser zu, so hat zunächst seine Natur das Übergewicht, und in ihr beharrend assimiliert er sich jene des Wassers; fügt man aber steigende Mengen von Wasser bei, so wird dieses allmählich zum überwiegenden Bestandteile und macht den Wein immer wässeriger, und zuletzt, indem es seine Form gänzlich aufhebt, völlig zu Wasser; ein Tropfen Wein vermischt sich nicht mit zehntausend Kannen Wasser, sondern geht, unter völligem Verlust seiner Form, in die Form (in das Wesen) des Wassers über[3]), gerade so, wie eine Spur Süßigkeit, die man in einer großen Masse Flüssigkeit gelöst hat, in der Mischung verschwunden ist[4]).

Beim Stehen in der Wärme wird der Wein sauer, indem die Hefe unter Trübung emporsteigt und das Umschlagen zu Essig bewirkt[5]); zugleich scheidet sich ein Bodensatz ab, aus dem Würmer entstehen, die, dem Essig entstammend, ihn auch stets wieder aufsuchen[6]). Obgleich nun der Essig aus dem Wein hervorgeht, so ist er doch weder in ihm, noch auch im Wasser, schon potentiell enthalten gewesen, und läßt sich daher auch nicht wieder in Wein zurückverwandeln; Essig kann nur derartig wieder zu Wein werden, wie aus einem Toten ein Lebendiger wird, d. h. durch völlige Auflösung seiner Bestandteile in die Materia prima und völlige Neugestaltung dieser letzteren[7]).

Wie beim süßen Most, so bewirkt auch beim süßen Brotteige (μάζα = Maza, Massa) die dem zugesetzten Gärungsstoffe eigene Wärme, daß der Teig sauer wird, sein Volumen stark vergrößert, indem sich feste Teile in Flüssigkeiten und diese in Luft verwandeln[8]), sein Gewicht aber bedeutend vermindert, da die Luft entweicht[9]); diese Vorgänge sind auch von mannigfaltigem Farbenwechsel begleitet, sowie von vielfachen anderen Nebenerscheinungen[10]).

Farbstoffe sehr verschiedener Art finden sich in Wurzeln, Stengeln, Rinden, Blättern, Blüten und Samen der Landpflanzen[11]), aber auch in manchen Seegewächsen, unter denen z. B. der Tang einen schön roten (ἄνθος) liefert[12]); ferner enthalten auch tierische Substanzen Farbstoffe, u. a. die Galle, die Sepia, d. i. eine an Erde reiche Ausscheidung der Tintenfische, und der Saft der Purpurschnecken[13]). Diese Schnecken führen in einem besonderen Organe, das „Blume“ (ἄνθος) genannt wird, bald

1) P. III, 3; Pr. XXX, 1. 2) Fr. 211. 3) E. I, 6 und 10. 4) St. II, 4. 5) Z. III, 37. 6) Zo. V, 19. 7) Met. VIII, 5. 8) Z. III, 54. 9) Pr. XXXI, 18. 10) Pr. XXXI, 1—26. 11) Fa. 4. 12) Zo. VI, 13 (unecht?). 13) Fa. 4; Th. IV, (5), 5.



mehr bald weniger eines Saftes, der anfangs, wenn man ihn ausdrückt, fast farblos ist, alsbald aber die Hände rötet (ἀνθίζει), und beim Einkochen in den Kesseln glänzend hell- bis dunkelrot, zuweilen fast schwarz wird [1]). Wegen der großen Kostbarkeit des Purpurs suchen die Purpurkrämer ihre Kunden beim Abwiegen zu übervorteilen, indem sie den Aufhängepunkt der Wage verschieben, oder heimlich kleine Stückchen Holz oder Blei an sie befestigen [2]). — Nicht immer sind die beim Färben entstehenden Nuancen die der ursprünglichen Farbstoffe, und Zusätze, wie Asche, Kalk, Nitron, Meerwasser, Atrament (unreiner Vitriol oder Alaun?) und dergl., wirken hierbei verändernd (als Beizen?); auch lassen z. B. bei Vließen wohl die Poren der Haut manche Farbstoffe ein, nicht aber die der Haare [3]).

Scharfe Säuren enthalten die Rinden und Früchte vieler Gewächse, z. B. die der Eiche und Myrte [4]); der saure Geschmack vieler Fruchtsäfte verliert sich (wie bereits weiter oben erwähnt) während des Reifens, und geht in einen süßen, öligen, oder sonstwie anders gearteten über.

Zahlreiche Pflanzenstoffe entstehen überhaupt erst im Laufe der Entwicklung und des Reifens der Gewächse, und zwar innerhalb ihrer sämtlichen Teile; die sicherste Beobachtung gestatten freilich die Früchte, weil sie, dem andauernden Einfluß der Wärme ausgesetzt, ganz sichtlich ihre luftartigen Bestandteile in wässerige und schließlich in erdige umwandeln, und hierbei, unter gleichzeitiger entsprechender Veränderung der Farben, bedeutend an Festigkeit und an Gewicht zunehmen [5]). Zu den Stoffen dieser Art gehören: die heftig beißenden und Tränen erregenden der Zwiebel, der Brunnenkresse, und des Origanums [6]); die stark harntreibenden des Pfeffers und einiger anderer Samen und Blätter [7]); die den Darm an verschiedenen Stellen reizenden, und daher mehr oder weniger abführenden des Veratrums und Elateriums, der Scammonia und Thapsia [8]); die wohlriechenden des Zimmts (der aus gewissen Vogelnestern stammt, die von den Eingeborenen ferner Länder mit Pfeilen von den Bäumen herabgeschossen werden) [9]); die einschläfernden der Mohnfrüchte [10]). Steigen die Dünste von Mohnsaft, Alraunen, Lolch und dergl. in größerer Menge zum Hirn auf, so wirken sie schädlich und giftig [11]); ähnlich wie sie verhalten sich jene des Plomos (Saponin-haltige Pflanze?), mit denen man die Fische betäubt, um sie zu fangen [12]). Diese Gifte sind völlig analog den tierischen, z. B. denen der Schlangen, Sterneidechsen, Vampyre usf. [13]); mit Viperngift bestreichen die Skythen ihre Pfeile, doch soll Eichenrinde

1) Zo. V, 15; Fa. 5. 2) Mech. 2. 3) Fa. 4. 4) Pr. XXII, 11; W. 86. 5) M. IV, (3), 4; Fa. 5. 6) Pr. XX, 22; Zo. IV, 8. 7) Pr. I, 43; XX, 16. 8) Pr. I, 41—43. 9) Zo. IX, 13 (unecht?). 10) Fa. 5; P. III, 3. 11) P. III, 3. 12) Zo. VIII, 20. 13) W. 148 und 149.



als Gegenmittel die Gefahr der Wunden abwenden[1]). Nicht giftig ist der Zitterrochen, er betäubt vielmehr andere Fische und auch Menschen mittelst eines besonderen Organes, das im (oder am) Maule liegt[2]).

Aus manchen Pflanzen fließen Säfte aus, die sich an der Luft allmählich verdicken, und unter Verlust ihrer gesamten Wärme und alles ihres Wassers so vollständig erstarren, daß die Massen sich nicht oder kaum mehr schmelzen lassen. Dies sind die Harze, zu denen z. B. Zedernharz, Styrax, Weihrauch, Myrrhe, Gummi, und (wie die eingeschlossenen kleinen Tiere zeigen) auch Bernstein gehören[3]). Man erzählt, daß die vom Eridanus (Po) angeschwemmten Inseln der nördlichen Adria eine Art Pappeln tragen, denen Bernstein, der auch Elektron heißt, als Harz oder Gummi entträufelt, und daß ihn die Einwohner, wenn er erhärtet ist, einsammeln und nach Griechenland verkaufen[4]). Alle Harze sind brennbar, und manche, wie der Styrax, geben hierbei einen scharfen Rauch, dessen man sich zum Vertreiben der Insekten bedient[5]).

IX. Die Lebewesen.

Die Natur schreitet so allmählich und in so stetigem und ununterbrochenem Zusammenhange von den unbeseelten Dingen zu den Lebewesen fort, d. i. zu den Pflanzen und Tieren, daß an keiner Stelle dieses Weges feste Grenzen bestehen, auch nicht zwischen den Reichen der Tier- und Pflanzenwelt[6]), — denn die Behauptung, nur bei den Pflanzen fehle es durchaus an einer Trennung der Geschlechter[7]), trifft nicht zu, wie das ein Blick auf zahlreiche Vertreter der niederen Tierwelt beweist. In Wahrheit besteht zwischen Pflanzen und Tieren ein völlig kontinuierlicher, sehr allmählicher Übergang, und einzelne Zwischenglieder, wie die Seescheiden, die Meernesseln, die Schwämme usf., könnte man mit gleich triftigen Gründen als Pflanzen wie als Tiere bezeichnen[8]).

Alle Lebewesen bestehen aus Elementen, die sich nicht an ihrem natürlichen Orte befinden und dies macht ihre Vergänglichkeit, ihr Altern und ihren Tod begreiflich[9]). Keines von ihnen geht allein aus dem Wasser hervor, oder ist nur aus Wasserteilchen zusammengesetzt, jedoch enthalten allerdings z. B. die Wassertiere vorwiegend Wasser, viele Landtiere dagegen Erde, andere Landtiere und alle beflügelten Wesen zudem viel Luft und Feuer, und von entsprechenden Substanzen ernähren sie sich auch[10]); nicht anders wie gute Verfassungen der Staaten, hängen auch gute Beschaffenheiten der Körper vor allem von einer richtigen „Mischung

1) W. 141 und 86. 2) Zo. IX, 37 (unecht?) 3) M. IV, (10), 10–12 und 16—18; Zo. IV, 8; W. 113. 4) W. 81. 5) Zo. IV, 8. 6) Zo. VIII, 1. 7) Z. I, 100 u. 102; II, 71. 8) Th. IV, (5), 14 u. 16. 9) Hi. II, 6. 10) E. II, 9; P. VII, 13; Zo. VIII, 1.



der Elemente" ab [1]), und der passenden natürlichen Konstitution eines Menschen entspricht auch äußerlich seine „angeborene Farbe" [2]). Doch darf man nicht glauben, daß die Kenntnis der Stoffe, aus denen sich die Körper der Lebewesen aufbauen, schon zur Erklärung ihres Daseins und ihrer Eigenschaften genügt [3]); weder die vorhandenen Elemente, noch die Arten ihrer Zusammenfügung bedingen allein die Natur der Pflanzen und Tiere, oder machen allein deren Sein verständlich, vielmehr liegt auch hier, und zwar in erhöhtem Maße, das eigentliche Wesen in der Wirksamkeit, d. h. in der Fähigkeit Wirkungen hervorzubringen oder aufzunehmen [4]).

Viele Pflanzen und Tiere entstehen nicht aus Samen oder durch Zeugung, sondern gelegentlich der Verwesung und Fäulnis erdiger, pflanzlicher, oder tierischer Stoffe. Bei solchem Anlasse erhebt sich z. B. ein eigentümlicher, Wasser und Erde enthaltender Dunst, der in der Kälte zu Reif gefrieren würde, bei genügender Wärme aber den sog. Schimmel ergibt, der infolge seines großen Luftgehaltes rein weiß ist und sich wie Reif an die Oberfläche des Schimmelnden ansetzt [5]); in analoger Weise bildet sich, bei der Zersetzung von Säften gewisser Bäume, die Mistel [6]).

Was die Tierwelt anbelangt, so entstehen u. a. nach vielfältigen Beobachtungen: allerlei Insekten aus Moder, Mist und Schlamm [7]); Flöhe, Wanzen, Läuse, Eintagsfliegen, Stechfliegen, Mücken, und Canthariden aus tierischem Unrat und Schmutz aller Art [8]); Fischläuse aus Seeschlamm [9]); Motten aus Wolle [10]); Würmer aus dem Inhalte der Eingeweide [11]), aus dem Bodensatze des Essigs [12]), und angeblich auch aus schmelzendem Schnee, den sie nicht verlassen dürfen ohne sofort zu sterben, ganz wie dies bei den aus den Funken der cyprischen Kupferschmelzöfen hervorgehenden Mücken der Fall ist, sobald sie aus dem Feuer herausfliegen [13]); verschiedene Muscheln und Schnecken aus verschiedenen Arten fauligen Schlammes, in dem sie oft noch unfertig gegliedert aufgefunden werden [14]); Einsiedlerkrebse aus feuchter Erde [15]); Frösche aus Wasser und geronnenem Schleim [16]); Aale aus faulem Tang [17]); verschiedene Fische aus Schlamm Lehm und Sand [18]); vielleicht auch höhere Tiere und Menschen aus Erde, diese aber jedenfalls zunächst in Gestalt von Würmern [19]).

Den Anstoß zu allen Vorgängen solcher Art, die sich bei höherer Temperatur, unter einer Art Gärung und Schaumbildung vollziehen, geben

1) St. V, 8; S. I, 4 und 5; Ni. VII, 15. 2) Kat. 8. 3) Th. I, (1), 7 und 10; II, (1), 2 und 4. 4) M. IV, (12), 2, 5. 7. 5) Z. V, 60. 6) Z. I, 2. 7) Zo. V, 1 und 19; Z. I, 2 und III, 79. 8) Zo. V, 19 und 31; Pr. I, 16; Z. I, 30, 46, 104. 9) Z. V, 31. 10) Zo. V, 32. 11) M. IV, (3), 25. 12) Zo. V, 19. 13) Zo. V, 19 (unecht?). 14) Z. I, 104; Zo. V, 15. 15) Zo. V, 15. 16) Pr. I, 13 und 23. 17) Zo. VI, 15 und 16. 18) Zo. V, 11; W. 74. 19) Z. III, 117.



Wärme und Luft[1]); die Luft bringt dabei das Lebensprinzip mit sich (s. hierüber weiter unten), und so wie die Eigenwärme des Körpers aus der aufgenommenen Nahrung das Material für den Embryo, so bereitet die Sonnenwärme aus Luft, Wasser und Erde das Material für die erste Anlage von Pflanze und Tier[2]), und verarbeitet es in gleicher Art weiter wie sie (oder auch die künstliche Wärme) Eier in der Erde oder im Mist ausbrütet[3]). Es handelt sich hierbei um ein „Garwerden", um ein Ausscheiden des Unbrauchbaren, und ein Sammeln, Vereinigen, und Verbinden des Geeigneten, also um ein Sichten der kleinsten Teilchen jener in Zersetzung oder Verwesung begriffenen Substanzen; daher ist es leicht begreiflich, daß schon kleine Unterschiede in deren Beschaffenheiten und Mengen, sowie geringfügige Abänderungen der äußeren Bedingungen, große und staunenswerte Differenzen zutage treten lassen[4]).

Die tierische Wärme, die sich am auffälligsten im Samen bemerklich macht, ist keine Art der Feuers, sondern ein luftartiger Geist πνεῦμα (Pneuma), eine ätherische Substanz, deren natürliche Kraft jener der Sonne und der übrigen Gestirne analog, also auch lebenerregend wirkt[5]). Unter den Tieren sind jene die vollkommensten, d. i. lebendige Junge Gebärende und Luft Atmende, die die meiste natürliche Wärme besitzen, als deren Maßstab bei ihnen die Wärme der von Blut erfüllten Lunge gelten kann[6]); entsprechend der größeren Vollkommenheit ist daher auch das Männchen wärmer als das Weibchen, die rechte Seite wärmer als die linke, und der jugendliche Körper wärmer als der gealterte, dem eben „das heiße Blut der Jugend" mangelt[7]). Obwohl der ganze Körper eine gewisse Wärme besitzt, die er selbst den Exkrementen mitteilt[8]), so ist doch der Grad dieser Wärme keineswegs allerorten der nämliche: die größte Wärme kommt stets dem Herzen zu, was auch seine primäre Entstehung bei der Bildung des Embryos nicht anders erwarten läßt[9]), die geringste aber dem Gehirn, das feucht und kalt ist, außerdem aber auch erdige Teile enthält, weshalb es beim Kochen gerinnt, und dabei trocken und hart wird, wie abgekochte Hülsenfrucht[10]). Am deutlichsten zeigen sich diese Unterschiede beim Menschen, da er unter allen Tieren das größte, kälteste und feuchteste Gehirn besitzt[11]).

Sämtliche Bestandteile des Körpers entstehen durch Umwandlung der zugeführten Nahrungsmittel[12]). Während diese erfolgt, steigen die Dünste vieler Stoffe zum Gehirn auf und werden durch dessen Kälte ab-

1) Zo. V, 19 u. VI, 15; Z. III, 112 u. 121. 2) Z. III, 114 u. 116. 3) Zo. VI, 2. 4) Z. III, 107—112 u. IV, 35; Zo. V, 1; M. IV, (I), 5—18 u (11), 4 5) Z. II, 3 u. 37. 6) Z. II, 8. 7) Z. IV, 18, 19 und 99; Th. III, (7), 5; Rh II, 12. 8) M II, (3), 29. 9) Z II, 95. 10) Z. II, 95 und V, 42; Th. II, (7), 2 und 6 11) P. I, 5; Th. II, (7), 6. 12) Z I, 69



gekühlt und verflüssigt, ganz ebenso wie sich die Wasserdünste der Erde in höheren und kalten Regionen zu Regen verdichten[1]); unbrauchbare und schädliche Bestandteile fließen dabei aus dem Gehirn in Form von Schleim nach dem Rachen und der Nase ab, wo sie die sog. Flüsse und Katarrhe verursachen[2]), die brauchbaren und gesunden hingegen strömen dem Herzen zu, und ergeben das nährende Blut[3]). Dieses, das in normalem Zustande warm und süßlich ist[4]), nimmt die umgewandelten Nahrungsstoffe in sich auf, führt sie fort, und verteilt sie durch die Adern wie durch Kanäle[5]). Die Adern durchziehen den ganzen Körper und hängen alle zusammen; wenn sich hierin Störungen zeigen, z. B. farbige Einreibungen an den Augen (in die Augen?) nicht auch den Speichel färben, oder die Arome der Umschläge, die man bei Frauenkrankheiten verordnet, nicht in der Atemluft bemerklich werden, so deutet dies auf krankhafte Zustände hin[6]).

Für die einzelnen Teile des Körpers und für bestimmte seiner Substanzen, z. B. das Fett, die Galle, usf., gibt es vermutlich auch bestimmte Nährstoffe, die ihnen entweder direkt zugrunde liegen, oder, durch weiteren Abbau und Aufbau ihrer Bestandteile, indirekt in sie überzugehen vermögen[7]); diese sickern nun aus dem Blute durch die Wandungen der Adern hindurch, ganz wie Wasser durch poröse Tongefäße, gelangen so in erforderlicher Art und Menge an den richtigen Ort, und werden dort bald ohne weiteres verbraucht, bald durch Wärme oder Kälte erst entsprechend verändert: das Erdige z. B. wird „verhärtet" zu Nägeln, Hörnern, Hufen, Schnäbeln, oder Eierschalen, „gebacken" (wie Ton) zu harten unverbrennlichen Knochen, umgearbeitet zu Haaren, an denen, wenn sie frisch ausgezogen sind, leichte Körperchen beim Berühren hängen bleiben, usf.[8]). Wird dem Blut, das ebenso wie die Lymphe, aus der es durch „Garwerden" hervorgehen kann[9]), und wie das Sperma, das Mark, und der Harn[10]), eine gewisse natürliche Wärme hat, diese entzogen, so macht sich sofort sein Erdartiges in Form festen Faserstoffes bemerklich und es tritt Gerinnung ein, der weiterhin Fäulnis und Zersetzung folgen[11]).

Das Fett entsteht aus dem Blut[12]) und zwar hauptsächlich bei reichlicher Zufuhr mehligen und süßen Futters, das sich leicht in Fett umwandelt[13]); Bildung und Ablagerung von Fett sind aber auch vom ganzen Ernährungszustande abhängig[14]), und beeinflussen ihrerseits wieder die körperlichen Funktionen, so z. B. beeinträchtigt übermäßige Stärke der Frauen ihre Fruchtbarkeit[15]).

1) Th II, (7), 4. 2) P. III, 3; Pr. II, 17. 3) P III, 3 4) Zo. III, 19. 5) Z I, 69; II, 89—91 6) Z. II, 123 7) Met. VIII, 4. 8) Z II, 89—91; Zo III, 11. 9) Zo. III, 19. 10) M. IV, (11), 4. 11) Th. II, (4), 1 u. 2; III, (5), 5. M IV, (10), 5 u. 18; (7), 13. 12) Zo. III, 19; Th II, (5), 1. 13) Zo. VIII, 7 u. 21; Z. I, 65. 14) Z. I, 65 und III, 122; Zo. III, 17. 15) Z. I, 77; II, 221.



Die Milch geht aus dem Blute durch ein „Garwerden" hervor, in Mengen, die mit der Körpergröße und der Gesundheit der Individuen außerordentlich wechseln, und durch die Art der Nahrung, namentlich aber durch Genuß gewisser Pflanzen und Kräuter, in hohem Grade gesteigert werden können [1]). Sie ist bei verschiedenen Tieren von ungleicher Konzentration, und enthält mehr oder weniger an Käsestoff von wechselnder Festigkeit und Schwere, an Molken, und an Fett, das sich als ölige Substanz abscheidet [2]); ihre erdartigen Bestandteile bewirken, daß sie in der Kälte leicht gefriert und beim Erwärmen leicht gerinnt [3]). Die Gerinnung erfolgt aber auch auf Zusatz des Labes, eines an Erdartigem reichen Stoffes, den viele Tiere enthalten, namentlich die Hasen, wenn sie Labkraut gefressen haben [4]); bedeutende Mengen Lab führt auch der aus den Feigenstämmen abtropfende Saft, daher fängt man ihn in Wolle auf, spült die Fäden mit einer kleinen Menge Milch ab, und setzt die Flüssigkeit der gesamten restlichen Milch zu [5]).

Damit das Blut Fett und Milch bilden könne, muß es gesund und süß bleiben, und hierzu ist die Ausscheidnng der zu hitzigen und bitteren Bestandteile erforderlich; diese vollzieht die Leber, und ihr Exkret ist die Galle, die bei verschiedenen Tieren auch verschiedene Bitterkeit und Farbe zeigt [6]).

Andere unbrauchbare Stoffe beseitigt die Harnblase, die, wenn man sie Leichen entnimmt, nicht einmal mehr für Flüssigkeiten durchlässig ist, bei Lebenden aber auch jenen trockenen erdigen Bestandteilen den Ausgang gestattet, durch deren Zurückbleiben bei gewissen Krankheiten harte Steine und muschelartige Stücke entstehen [7]). Der Ausscheidung der mit einer Harnblase versehenen Tiere entspricht bei den übrigen, z. B. bei den Vögeln und Amphibien, die Absonderung einer erdigen, salzartigen Masse (d. i. der Harnsäure) in den Exkrementen [8]).

Weitere Stoffe, die sich aus den Körpersäften verschiedener Tiere bilden, sind das Eiweiß der Eier, das beim Erwärmen gerinnt [9]), der Leim, jene schlüpfrige feuchte Masse, die man aus Rinderhäuten und dergl. darstellt [10]), und die Seide, die den Kokons eines auf der Insel Kos lebenden Schmetterlings entstammt [11]).

Die merkwürdigste und wichtigste Ausscheidung aus dem Blute ist der Samen, dessen charakteristischer Bestandteil der warme, lebenerregende, ätherische Luftgeist, das Pneuma, bildet, der aber auch Wässeriges und Erdiges enthält, und so vor Augen stellt, wie Erde nicht

1) Z. IV, 118; Zo. III, 21. 2) Zo. III, 20; IV, 20. 3) Z. II, 26; Zo. III, 20; M. IV, (10), 5, 7, 15, 18 4) Th. III, (15), 1; M. IV, (7), 11. 5) Zo III, 20 und 21. 6) Th IV, 1—5; Zo. II, 1—5; Zo. III, 2 scheint unecht. 7) Zo. III, 15 8) Th IV, 1; (5), 5. 9) Z III, 40; Zo. VI, 2. 10) Zo III, 11. 11) Zo. V, 19.

nur zu einem Erz umgestaltet werden kann, sondern auch zu einem Menschen [1]; je starkknochiger ein Tier, desto erdartiger muß der Samen sein, daß aber jener des Elephanten zu einer bernsteinähnlichen Masse erhärte, ist eine von KTESIAS verbreitete Fabel [2]. Bei der Befruchtung ist das Weibchen der passive, empfangende Teil, und bietet in den Katamenien nur den Stoff dar, während das Männchen den aktiven und wirksamen Teil darstellt, und den Anstoß zur Entwicklung gibt [3]; die Art der Einwirkung des männlichen Prinzipes auf das weibliche bei der Befruchtung gleicht jener des gerinnen-machenden Labes auf die Milch [4]. Durch den Samen gelangen angeborene, aber auch erworbene Eigenschaften zur Vererbung, und zwar auch solche früherer Vorfahren, wobei indes nicht selten einzelne Generationen übersprungen werden [5]; diese Erscheinung läßt sich allein durch das Vorhandensein potentieller Anlagen erklären, die erst bei einem späteren Geschlechte wieder aktuell hervortreten [6].

Die Erfahrung, daß auch geistige Eigenschaften vererbt werden, bestätigt die wichtige Tatsache, daß „Körper" und „Geist" durchaus und auf das Innigste zusammenhängen, nicht weil sie miteinander kombiniert sind, — eine solche Kombination bliebe auch selbst wieder unerklärlich —, sondern weil sie eine Einheit bilden, in dem Sinne, daß der Leib als das Werkzeug (Organon) der Seele funktioniert. Daß gewisse Tiere, auch wenn man sie zerschneidet, in jedem Teile weiterleben (gleich Stecklingen von Pflanzen), daß körperliche und geistige Zustände sich in weitgehender Art gegenseitig beeinflussen, daß man Geisteskrankheiten durch Heilmittel zu bekämpfen und zu bessern vermag, die doch nur auf den Körper einwirken, — diese und ähnliche Betrachtungen zeigen, in wie innigem Verbande Seelisches und Leibliches stehen [7]. Verschieden erscheinen sie überhaupt nur je nach dem Standpunkte des Zuschauers: den Zorn z. B. wird der nur auf das Äußerliche Sehende, der „Physikus", als ein Aufbrausen des heißen Herzblutes erklären, hingegen der das Innere Betrachtende, der Psychiker, als Begierde nach Rache oder Wiedervergeltung [8]; für die bloße äußere Anschauung ergäbe sich auch die Röte der Gesundheit als identisch mit jener der Scham [9].

Als Werkzeuge, Organe, funktionieren auch die Sinnesorgane, namentlich Auge und Ohr, die dem Gehirne sehr nahe stehen, ja, wie das feuchte, wässerige und daher durchsichtige Auge, unmittelbar aus ihm hervorgehen [10]; sie nehmen die Bewegungen der Luft auf, und ermöglichen so das Sehen und Hören, aber das, was man sieht und hört (d. h. nicht die übermittelten Bewegungen, sondern Bilder und Töne), bewirken sie nicht [11].

1) Z. II, 37; Met. IX, 7. 2) Z. II, 39; Zo. II, 22. 3) Z. I, 96: II, 61 und 69. 4) Z. I, 88; IV, 72. 5) Z. I, 35—37; Zo. VII, 6. 6) Z. IV, 53. 7) S. I, 4 und 5; II, 2. Pg. I, 4. 8) S. II, 1. 9) Kat. 8. 10) S. III, 1 u. 13; P. I, 2. 11) S III, 13.



Schlußbetrachtung[1]).

I.

Wie die Weltmonarchie nach dem Hinscheiden ALEXANDERS DES GROSSEN, so zerfiel das Reich des Wissens nach dem Tode des ARISTOTELES; Philosophie und Naturkunde, die seine Hand noch einmal als gleichwertige Hauptzweige erfaßt und vereinigt gehalten hatte, strebten nunmehr auseinander, sie verloren zudem ihre eigene innere Einheit, und begannen sich in eine große Anzahl besonderer Fachwissenschaften aufzulösen.

Die philosophischen Leistungen des ARISTOTELES müssen an dieser Stelle außer Betrachtung bleiben, und sind nur insofern in Erinnerung zn bringen, als es die Höhe seines Gesamtstandpunktes war, die ARISTOTELES befähigte, auch das Wesentliche der für die Naturforschung gültigen Grundsätze und allgemeinen Anschauungen mit erstaunlicher Sicherheit zu erfassen und in unübertrefflicher Klarheit darzulegen.

Diese Prinzipien aber in folgerichtiger Weise auch auf die Naturwissenschaft anzuwenden, ist ihm versagt geblieben, der eindringlichen Schärfe der Erkenntnis war auf diesem Gebiete. kein gleich intensives Vermögen der Durchführung zugesellt, und der große Denker bezahlte so seinem Zeitalter und der menschlichen Unvollkommenheit den Tribut, der keinem Forscher gänzlich erspart bleibt.

Man darf behaupten, daß es keine einzige der ewig wahren, als Ergebnis tiefster und reifster Einsicht anzusehenden aristotelischen Grundlehren gibt, gegen die nicht ihr Autor selbst in wiederholter und oft kaum begreiflicher Weise verstoßen hätte. Unwiderleglich fest stehen seine Sätze, daß man an die Wissenschaft (also auch an die Naturwissenschaft) ohne vorgefaßte Meinungen heranzutreten habe, daß allein Beobachtungen und Erfahrungen, jetzige wie künftige, zur richtigen Erkenntnis führen, daß auf Einzelfälle, auf bloßen Augenschein, und auf weitgehende Extrapolation gegründete Schlüsse unzulässig seien oder nur wertlose Scheinerklärungen ergäben, daß Stoff und Form eine untrennbare Einheit

1) Betreff der ungeheueren Literatur über ARISTOTELES muß auf die letzte Auflage des ÜBERWEG-HEINZE'schen Grundrisses verwiesen werden; von neueren Werken seien nur noch angeführt: DE BOER „Geschichte der Philosophie des Islams" (Stuttg. 1901), W. HERZ „Gesammelte Abhandlungen" (Stuttg. 1905), GILBERT „Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertumes" (Leipzig 1907), WOHLWILL „Galilei" (Hamburg 1909), und der soeben ausgegebene 3. Band von GOMPERZ's „Griechischen Denkern" (Leipzig 1909).

bilden, daß das Wesen der Dinge in ihrer Wirksamkeit zu suchen sei, daß keine Definition auch das Sein des Definierten verbürge, daß allen Erscheinungen ein Unerklärbares („Metaphysisches") zu Grunde liege, usf. Aber in welchem überraschenden Gegensatze zu diesen allgemeinen Lehren des ARISTOTELES stehen seine speziellen Ausführungen auf dem Gebiete der Einzelwissenschaften, und ganz besonders auf dem der Physik und Chemie! Es sei in dieser Beziehung nur auf einige der wichtigsten Punkte aus dem Umkreise jener Ansichten verwiesen, deren zusammenfassende Darstellung in den vorstehenden neun Abschnitten versucht wurde.

Die Unzerstörbarkeit der Materie hat ARISTOTELES richtig erkannt, die der Energie geahnt, jedoch (ähnlich wie noch DESCARTES) für eine solche der Bewegungsgröße gehalten; auch begegnen wir zutreffenden Vorstellungen der Tatsachen, daß alle Schwere nur relativ ist, und daß stets Energie aufgewendet werden muß um einen bewegten Körper zur Ruhe oder einen ruhenden in Bewegung zu bringen. Die Lehre vom Weltgebäude verwertet jedoch diese Einsichten in keiner Weise und bleibt daher unvereinbar mit den Gesetzen der Erhaltung der Bewegungsgröße und der Trägheit; ganz willkürlich sind ihre Theorien über die natürlichen Orte, über das Oben und Unten im Weltall und die Unmöglichkeit der Antipoden, über die absolute Schwere und Leichtigkeit, und über die zentrale und weltbeherrschende Stellung der Erde, die doch zugleich nur ein „Punkt im Raum" und ein „Stern unter Sternen" sein soll; auch ihre Annahme vom Äther, als einem den ganzen Himmelsraum erfüllenden, von den irdischen Elementen durchaus verschiedenen, und mit ihnen ganz unvergleichbarem Stoffe, steht in völligem Widerspruche mit der Erkenntnis, daß die Materie überall ein und dieselbe ist, „und wenn es mehrere Weltalle gäbe, auch in diesen".

Durchaus zutreffend ist die (von vielen erst BOYLE zugeschriebene) Definition der Elemente, die Erkenntnis, daß jedes Geschehen, also auch das chemische, das Vorhandensein unausgeglichener Gegensätze erfordere, sowie die Bestreitung der Atomistik (in ihrer alten und ursprünglichen Form), die Anlaß zur Aufstellung höchst wichtiger Sätze gibt, u. a. jenes von der Unmöglichkeit einer vollendeten Unendlichkeit, und jenes von der unbegrenzten Teilbarkeit stetiger Größen, aus der jedoch nicht deren Zusammensetzung aus unendlich kleinen Teilchen folgt; mangelhaft begründet ist die Theorie der kontinuierlichen Raumerfüllung, und haltlos die Ablehnung der Möglichkeit eines leeren Raumes (Vacuums). Richtigem Einsehen

entspringt das Verlangen, man solle die Zahl der Elemente nicht größer annehmen, als sie zur Erklärung der Tatsachen unbedingt nötig sei; ganz willkürlich ist aber wieder die Aufstellung von gerade vier Elementen, ihre Identifizierung mit denen der alten Naturphilosophen (Erde, Wasser, Luft, Feuer), und die Ableitung der ihnen in absolutem Sinne zugeschriebenen Haupteigenschaften aus jenen Naturen der vier, teils aktiven, teils passiven Qualitäten, die doch selbst als nur relative erkannt wurden. Die Schwierigkeit, die die Annahme einer einheitlichen Urmaterie (Materia prima) bedingt, wird zwar erwähnt, aber nicht weiter berücksichtigt, daher bleibt die fruchtbare Vorstellung der im Kreisprozesse erfolgenden Umwandlungen jeder Weiterentwickelung unfähig, und die Beziehung zwischen Materia prima, Elementen, und Einzelkörpern durchaus unklar. Völlig dunkel erscheint auch das so überaus bedeutungsvolle Verhältnis zwischen Stoff und Form; die richtige Erkenntnis ihrer Einheit ist fast nur in der Theorie vorhanden, praktisch aber herrscht beinahe ausnahmslos der unverhüllteste Dualismus, wobei zumeist die Form als das Wesentliche, Verursachende, Zwecksetzende, und Zielstrebige vorherrscht, zuweilen aber auch der Stoff. Obwohl dieser nämlich in der Regel als rein passiv, als ausschließlich empfangend und erleidend bezeichnet wird, so schreiben ihm doch einzelne Stellen auch wieder ganz positive Eigenschaften zu, u. a. das stete Verlangen, nach seinem natürlichen Orte zurückzukehren, sowie die Fähigkeit, den Zwecken der Natur mit kleinerem oder größerem Erfolge Widerstand zu leisten; die Spuren dieses letzteren treten dann oft in Gestalt von Mißbildungen und Mißgeburten zutage, von denen es freilich auch wieder heißt, „sie seien nicht wider die Natur, sodern nur wider den gewöhnlichen Verlauf der Dinge“[1]).

Von großer Bedeutung ist die Scheidung zwischen „Mischung“ und „Verbindung“ (in modernem Sinne genommen), die richtige Erkenntnis vom Wesen der chemischen Verbindung, die sogar als Gleichgewichts-Zustand aufgefaßt wird, die Bemerkung, daß die flüssigen Stoffe am leichtesten aufeinander einwirken, — hierher stammt zweifellos der Satz „corpora non agunt nisi fluida“ (die Körper reagieren nur in flüssigem Zustande) —, endlich die, freilich noch sehr undeutliche Vorstellung, daß Verbindungen stets bestimmte Mengen ihrer Bestandteile enthalten; alle näheren Angaben in dieser Richtung sind aber wiederum unzureichend und willkürlich.

1) Z. IV, 63.



Was die Erklärungen über die einzelnen Elemente betrifft, so fällt es zunächst auf, in wie oberflächlicher Weise zuweilen über gewisse Widersprüche tiefgreifender Natur hinweggegangen wird: denn soll z. B. im Wasser nicht die Kälte, sondern die Feuchtigkeit vorherrschen, das Feuer kein eigentliches Element sein, und der Äther mit dem Feuer zusammenfallen, so entstehen in der ganzen Architektonik des aristotelischen Systems die gefährlichsten Risse; aber kein Wort weist auf diese hin, und ebensowenig wird der geringste Versuch gemacht, derlei bedenklichen Ausführungen gegenüber die Einheitlichkeit des Lehrgebäudes als gewahrt zu erweisen.

Hinsichtlich des Feuers bleibt es bemerkenswert, daß die Sonne und die Gestirne nicht selbst heiß sein, sondern die Wärme der oberen Regionen nur indirekt, vermöge der Reibung ihrer Sphären, erzeugen sollen, und zwar durch Entzündung der rauchartigen Dünste, denen bei der Entstehung der Gewitter und der Kometen ebenfalls eine sehr wichtige Rolle zugeteilt wird.

Auch die Luft enthält, neben den feuchten Dünsten ihrer unteren Schichten, noch heiße rauchartige, die hauptsächlich die oberen Regionen erfüllen; ARISTOTELES glaubt, daß sie durch Reibung entzündet werden können, und stellt dabei den merkwürdigen, an ROBERT MAYER gemahnenden Satz auf, daß zwar der Akt der Erwärmung auf Bewegung beruhe, nicht aber die Wärme selbst. Den „feuchten Dünsten" der unteren Schichten, und der blauen (durch die große Verdünnung bedingten) Farbe der oberen zum Trotz, soll übrigens die Luft in Berührung mit Wasser nicht feucht werden, und in heißem Zustande dichter sein als in kaltem. Mit Nachdruck wird darauf hingewiesen, daß die Luft, entgegen dem Augenschein, substantieller Natur sei, daß alle Körper, ihrer „Größe" entsprechend, wie Wasser so auch Luft verdrängen, daß die Luft Gewicht besitze (wie der Versuch mit dem Abwägen des Brotteiges vor und nach der Gärung lehrt), und daß sie unter geeigneten Umständen Druck erleide und ausübe; auf letztere Eigenschaft gründet sich u. a. die absonderliche aristotelische Theorie des Wurfes, die (trotz aller von PHILOPONOS bis auf GALILEI erhobenen Angriffe) im Wesentlichen bis in das 17. Jahrhundert hinein herrschend blieb, sowie die ebenso merkwürdige Lehre von der Emission des Samens, der zweifellos die Idee der „Aura seminalis" entstammt, jenes „Samen-Hauches", der bei ARISTOTELES Rebhühner und Steinhühner befruchtet, bei späteren Autoren (z. B. PLINIUS) aber auch Kühe und Stuten [1]).

1) S. auch LUCIAN „Das Opfer", cap. 6, und „Toxaris", Kap. 38.



Die Beobachtung, daß manche Arten der Luft zum Atmen untauglich sind, führt zu keiner weiteren Folgerung, und der Zusammenhang zwischen Atmung und Wärmeproduktion wird bestritten: soll doch der Zweck der Atmung allein die Abkühlung des heißen Herzblutes sein, weshalb die im Wasser lebenden Tiere, denen Luft nicht zur Verfügung steht, diese Kühlung durch Einziehen von Wasser bewirken müssen.

Sehr bedeutsam ist die Erkenntnis von der Vermittlung des Sehens und Hörens durch die „Luft", als durch ein Medium das Licht und Schall vermöge eines Bewegungs-Vorganges fortpflanzt; die Erwähnung der, wenn auch sehr unvollkommenen Hör- oder Sprachrohre dürfte die älteste in der Literatur nachweisbare sein; richtig ist auch die Erklärung des Echos, sowie auch die der deutlicheren Schall-Wahrnehmung während der Nacht, — die noch Alexander von Humboldt als eine von ihm neuentdeckte vorträgt.

Die Schilderung, die Aristoteles vom Verhalten des Wassers beim Erhitzen und Kochen gibt, ist sichtlich von der Bemühung getragen, dasjenige zu unterscheiden, was wir heute als Dampf und als Gas bezeichnen, — ohne daß er jedoch dieses, auch an mehreren anderen Stellen angestrebte Ziel irgendwie zu erreichen vermöchte. Zutreffend beobachtet ist die gewaltige Veränderung des Volumens bei der Verdampfung, sowie bei Rückbildung von Wasser beim Verdichten des Dampfes; Kenntnis von der eigentlichen Destillation, die man ihm hat zuschreiben wollen, besitzt aber Aristoteles in keiner Weise (s. auch weiter unten). — Richtig ist die anschauliche, noch in Goethe's „Gesang der Geister über dem Wasser" deutlich wiederklingende Beschreibung vom Kreislaufe des Wassers, von der Tau- und Reifbildung im Zusammenhange mit der stärkeren Wärmeausstrahlung der Erde während klarer und windstiller Nächte, und von der Entstehung der kalten und heißen Quellen; die Einflüsse der Niederschlagsmengen finden hierbei gebührende Würdigung und führen zum Gedanken des Regenmessers.

Durchaus willkürlich behandelt ist die, allerdings sehr schwierige Frage nach dem Ursprunge des Salzgehaltes im Meerwasser, und was bei diesem Anlasse abermals über die „heißen Dünste", sowie über deren angebliche Auslaugung vorgebracht wird, ist nicht nur an sich unhaltbar, sondern widerspricht auch völlig der an vielen Stellen hervorgehobenen Tatsache der besonderen Reinheit des Regenwassers; erfreulich bleibt nur die Bestimmtheit, mit der (hier wie anderwärts) weitgehende geologische Veränderungen auf all-



mähliche, während unbegrenzt langer Zeiträume stattfindende Vorgänge zurückgeführt werden.

Die Lehre von der Bedeutung des Wassers für die Übermittlung der Geschmäcke gelöster Substanzen, „wobei gleichsam das Spitze sticht und das Stumpfe stößt“, ist für alle Folgezeiten maßgebend geblieben, sie beherrscht noch im 17. und zu Beginn des 18. Jahrhundertes die sog. „Spitzen- und Häkchen-Theorie“ des DESCARTES und LÉMERY.

Für die Vorgänge, die innerhalb der Erde zur Entstehung der Mineralien und besonders der Metalle Anlaß geben, spielen wiederum die feuchten dampfartigen und die trockenen rauchartigen Dünste (ἀναθυμίασις ἀτμιδώδης und καπνώδης) eine maßgebende und äußerst wichtige Rolle. Es ist bemerkenswert, daß aus letzteren, indem sie sich selbst entzünden und andere Stoffe in Brand setzen, Substanzen hervorgehen sollen, denen noch immer die nämliche Eigenschaft der Brennbarkeit verblieben ist, wie z. B. Schwefel und Kohle; die Erwähnung der schädlichen, ja tödlichen Wirkungen der „Dämpfe brennender Kohlen“ ist der älteste Hinweis auf die Gefahren des Kohlenoxydgases, und findet sich durch die Bemerkung ergänzt, daß glühende Kohlen unter einem dicht schließenden Deckel alsbald erlöschen, — ohne daß aber der Abschluß von der Luft als bedingende Ursache erkannt wird.

Die Voraussetzung von der Bildung der Metalle durch Verdichtung der feuchten dampfartigen Dünste zwischen Felsen und Gesteinen hat späterhin zur Folgerung geführt, daß sie zu wachsen und nachzuwachsen vermögen (wenngleich ein eigentliches organisches Wachstum nach ARISTOTELES nicht angenommen werden kann), und daß sie, mit Ausnahme des Goldes, noch mehr oder weniger Erde, sämtlich aber Wasser enthielten; freilich soll dieses nur potentiell (dem Vermögen nach) in ihnen vorhanden sein, aktuell aber erst beim Schmelzen hervortreten, das ohne Wassergehalt unmöglich wäre. Von besonderer Bedeutsamkeit sind die Hinweise auf die nahe Verwandschaft ähnlich gefärbter Metalle, wie des Goldes und „feuerfarbiger“ Legierungen, sowie des Silbers und Zinnes, die, als zur gleichen Gattung gehörig, in vielen Eigenschaften übereinstimmend, und in anderen nur dem Grade nach verschieden wechselseitigen Überganges ineinander fähig sind; höchst wichtig ist namentlich die Erklärung der Umwandlung des Kupfers in Bronze durch das Zinn, das hierbei, „unter Auflösung seiner Form“ völlig verschwinden, und keine andere Spur seines Daseins hinterlassen soll, als die Veränderung der Farbe und Härte, des Glanzes und der Festigkeit.



Es ist beachtenswert, daß ARISTOTELES in ganz analoger Weise, unter Betonung der Veränderung der Farben, sowie der Aufnahme oder Abgabe einzelner Elemente, auch die Umwandlung der Früchte beim Reifen, sowie die des Brotteiges (μάζα = maza) beim Backen erklärt, und daß er eine völlige „Auflösung der Form" nicht nur für das Zinn annimmt, das das Kupfer in die Bronze überführt, sondern auch für das Körnchen Süßigkeit, das von einer großen Menge Flüssigkeit aufgenommen wurde, oder auch für den Tropfen Wein, der sich mit zehntausend Kannen Wasser vermischt.

Daß ARISTOTELES Kenntnis von einem brennbaren Bestandteile des Weines gehabt habe (wie u. a. BERTHELOT angab), ist ganz irrtümlich, er erwähnt nämlich nur, daß Wein, in brennendes Feuer gegossen, eine Flamme entstehen lasse, und diese Beobachtung dürfte ebenso alt sein wie die Sitte, die glimmenden Opferfeuer mit Wein zu netzen; aus den oben angeführten Bemerkungen über den Wein geht vielmehr klar hervor, daß ihn ARISTOTELES für einen einheitlichen Stoff hielt und keine Ahnung vom Vorhandensein einer flüchtigen, durch Verdampfung oder gar durch Destillation abzusondernden Substanz besaß, wie das insbesondere auch noch seine Bemerkung über das Verhältnis des Weins zum Essig beweist. Die Enstehung der Flamme beim Besprengen des Altars erklärt sich übrigens auf die nämliche Weise wie die Brennbarkeit des Erdöles, Öles, oder Fettes: durch einen reichlichen Gehalt an Feuer, über den ja auch die „heiße" und „feurige" Natur des Weines keinen Zweifel aufkommen läßt.

Was die Lebewesen anbelangt, so zeugen eine Anzahl Bemerkungen allgemeinen Charakters von hoher Einsicht. Zu diesen gehören die Lehren vom allmählichen, stetigen und ununterbrochenen Fortschreiten der Natur innerhalb aller ihrer Reiche, — hier liegt zweifellos der Ursprung des Satzes „Natura non facit saltus" (die Natur macht keine Sprünge) —, von der Unmöglichkeit, das Wesen der Pflanzen und Tiere auf Grund ihrer bloßen Zusammensetzung (d. h. ohne Annahme eines „Metaphysischen") zu begreifen, von der Zugehörigkeit des Menschen zum Tierreiche, sowie vom untrennbaren Zusammenhange zwischen Tier- und Pflanzenreich. Im scharfen Gegensatze zu solchen Überlegungen stehen hinwiederum Behauptungen wie die, daß es bei den Pflanzen keine Trennung der Geschlechter gäbe, — berichtet doch schon HERODOT von männlichen und weiblichen Palmen[1]) —, daß man die wichtigsten Lebenserscheinungen auf das Vorhandensein der Elemente an widernatür-

1) lib. I, cap. 193.



lichem Orte zurückführen könne, daß Konstitution, Charakter, und entsprechende „angeborene Farbe“ des Menschen so beschaffen seien „wie sich in ihm die Elemente mischen“, und daß durch Urzeugung Pflanzen und Tiere aller Art, ja selbst Menschen entstünden, diese allerdings primär im Stadium der Würmer. Leben und Lebenswärme werden einem luftartigen Geiste, dem Pneuma, zugeschrieben, doch bleibt die Wärme, je nach Alter, Geschlecht, und Körperstelle, ungleich verteilt; die rechte Seite soll die heißere sein, nichtsdestoweniger gilt aber das links liegende Herz für den zentralen Sitz der größten Wärme, ferner ist das gesamte Gehirn durchaus kalt, so daß, wie die irdischen Dünste zu Wolken und Regen, die zu ihm aufsteigenden körperlichen sich zu brauchbaren Säften und zu unbrauchbarem Schleim verdichten, welcher Letztere, abfließend, die Katarrhe erregt. (Dieser Ansschauung, die bis in das 17. Jahrhundert hinein die herrschende blieb, entstammt der noch jetzt übliche französische Ausdruck „rhume de cerveau“ für Stockschnupfen). Zutreffend geschildert ist die höchst wichtige Rolle des Blutes, die Bedeutung der Ernährung, die Entstehung, Sekretion und Ablagerung von Milch, Galle, Fett, Harnsäure, usf., — wobei namentlich die richtige Erkenntnis der Harnsäure-Ausscheidung bei Vögeln und Reptilien hervorzuheben bleibt. Überraschend ist die Anschauung der Befruchtung nach Analogie der Lab-Wirkung, demnach als eines enzymatischen Vorganges, wenngleich hierbei die Bedeutung des heißen, vom lebenerweckenden Pneuma erfüllten Samens, zu ungunsten jenes des „kalten“ weiblichen Substrates einseitig überschätzt wird; denn wie vermöchte dieses, wenn völlig passiv und ausschließlich „empfangend“, zu der so meisterhaft dargelegten Vererbung beizutragen, die auch die Eigenschaften der Mutter und ihrer Vorfahren umfaßt, und oft ganze Generationen überspringt, denen also die fraglichen Anlagen nur als „latente“ zukommen konnten?

Von ungewöhnlichem Tiefsinne zeugen endlich die, an die Vererbung geistiger Eigenschaften geknüpften Betrachtungen über das Verhältnis zwischen Seelischem und Leiblichem, über den Körper als „Werkzeug“ (Organon) des Geistes, — sie sind die Quellen der Ausdrücke „Organismen“, „organische Wesen“ —, über den Doppelstandpunkt bei der Beurteilung der physischen und psychischen Kausalität (mit dem klassischen Beispiel der Zornes- und Scham-Röte), und über den Unterschied zwischen den Bewegungen, durch die Schall und Licht übermittelt werden, und den Empfindungen, die sie auslösen, also den Tönen und Farben.



2.

Die Einwirkung der aristotelischen Anschauungen und Lehren, der allgemeinen wie besonderen, auf die Entwicklung und Ausbildung der *Chemie* als Wissenschaft, erweist sich, allem Dargelegten zufolge, für jeden auch nur mit den Grundzügen der Geschichte dieser Disziplin Vertrauten als eine so augenscheinliche und so maßgebende, daß sie einer weiteren Erläuterung nicht mehr bedarf [1]). Dagegen bleibt ein sehr wichtiger Punkt noch insoweit zu erörtern, als dies im Rahmen der vorliegenden Arbeit möglich ist: des ARISTOTELES Einfluß auf die *Alchemie*.

Vorauszuschicken ist, daß, allen späteren Behauptungen ent-entgegen, ARISTOTELES selbst keinerlei alchemistische Vorstellungen kennt, ja daß selbst Andeutungen über den Zusammenhang zwischen Gestirnen, Göttern, und Metallen, wie sie bei PLATON zu finden sind [2]), bei ihm fehlen; wo wir derlei Angaben begegnen, z. B. denen über die Namen der Sterne und der Götter in der Schrift „Über die Welt" (De cosmo) [3]), sind sie, wie dieses ganze Werk, untergeschoben und unecht. Wohl nennt ARISTOTELES die Gestirne göttliche Körper und läßt die Sphären der Planeten von jenen Untergöttern durch den Raum führen, die bei PLATON „Sirenen" waren und in späterer Zeit zu „Schutzengeln" werden; wohl lehrt er, daß die Bewegung der Planeten durch deren Wesenheit bedingt, und daher verwickelt und wechselnd sei, während die Gestirne der Fixstern-Sphäre stets unwandelbar die nämlichen blieben, weshalb die Erforschung der Wahrheit von ihnen auszugehen habe, als von der unerschütterlichen Grundlage des Unveränderlichen; aber alle Beziehungen, die zwischen Sternen, Menschen, und irdischen Einzeldingen bestehen sollen, erklärt er ausdrücklich für Sagen und mythologische Fabeln [4]).

Für die Entwicklung der Alchemie sind, wie schon 1856 PRANTL, der um die Herausgabe aristotelischer Schriften und um die Geschichte der Geisteswissenschaften so hochverdiente Forscher, mit völliger Klarkeit erkannte [5]), drei Quellen von größter Bedeutung:

1) Einiges Zugehörige findet sich in LORSCHEIDS Schrift: „Aristoteles Einfluß auf die Entwicklung der Chemie" (Münster 1872), die aber nur aus zweiter Hand schöpft, weshalb sie der nötigen Gründlichkeit ermangelt und nicht in die Tiefe geht.

2) S. meine eingangs genannte Abhandlung; neuerdings neigt man dazu, auch die „Epinomis" wieder für ein echtes Werk PLATONS zu halten.

3) cap. 2. u. 6.   4) Met. XII, 8.

5) S. „Deutsche Vierteljahrsschrift" (Stuttg. 1856, S. 135), woselbst die wichtige Arbeit, deren Studium empfohlen sei, ohne Nennung der Autors abgedruckt ist; dieser selbst verweist jedoch auf sie in einem seiner Kommentare zu ARISTOTELES.



sie fließen aus den Schriften des PLATON, des ARISTOTELES, sowie der peripatetischen und stoischen Philosophen, und werden, nicht ohne spezifisch ägyptische und orientalische Zuflüsse aufzunehmen[1]), seitens der Schule Alexandrias zu einem großen Ganzen vereinigt; nur von einem *großen* Ganzen kann man sprechen, nicht von einem *einheitlichen*, um so mehr, als neupythagoräische und neuplatonische Anschauungen in stets wachsendem Umfange die Oberhand gewinnen, verändernd und umgestaltend wirken. Maßgebend bleiben daher: was PLATON angeht die mystischen und schwärmerischen Lehren, was ARISTOTELES betrifft die spekulativen und deduzierenden, und was die späteren Philosophen anbelangt jene eklektischen und synkretistischen, denen sich der alexandrinische Geist auf *allen* Gebieten mit ausnehmendem Behagen anpaßte, und die seinem Charakter ganz besonders angemessen erschienen.

Soweit PLATON in Frage kommt, muß an dieser Stelle auf meine schon eingangs erwähnte, ausführliche Abhandlung „Chemisches und Physikalisches aus PLATON“ verwiesen werden. Von Einzelheiten seien nur in Erinnerung gebracht[2]): seine Lehre von den vier Elementen und der Materia prima, nach der die Urmaterie das gemeinsame Substrat aller Elemente ist, die Möglichkeit allgemeiner gegenseitiger Wandelbarkeit (Transmutation) besteht, und die Elemente, — begriffen in ewigem Kreislaufe, der Verwandtes zusammen zu führen sucht —, nach Art einer eigentlichen „Vereinigung“ oder „Vermählung“ zu neuen Stoffen zusammentreten; die Ansichten über Verwandlung und Umbildung der Stoffe durch Trennen und Vereinigen der „Dreiecke“, die ihre geometrische Grundgestaltung bedingen (von diesem Trennen und Vereinigen, σπάω = spao und ἀγείρω = ageiro, leitet sich die spätere Bezeichnung „Spagiriker“ für die Chemiker ab); das allmähliche Hervorgehen von Gold und Silber aus unedlen Metallen (und umgekehrt) in der Natur, (deren Wirken entweder direkt, oder indirekt d. h. auf dem Umwege über die Materia prima, nachzuahmen sein möchte); die obherrschende Stellung des Goldes, das als reinste, dem Feuer und Rost widerstehende Substanz, auch zum Symbol des Edelsten und Sittlichen wird, und sogar, reichlichem Silber gesellt, den Himmel schmückt, in den die Seelen nach ihrem Erdenleben gelangen sollen; die Theorie von der Parallelität des Geschehens im Makro- und Mikrokosmos, der gemäß auch für den menschlichen Körper und Geist

1) Auf diese soll hier *nicht* eingegangen werden.

2) S., ebenso wie in allem Folgenden, auch PRANTL, a. a. O.



das „Trennen und Vereinigen" von nicht minderer Bedeutung ist als für die Außendinge (weshalb denn der „philosophische Stein" der späteren Zeit auch die Erscheinungen der Krankheit und des Alterns zu beheben vermag, die nach PLATON allein durch unrichtige Verteilungen und Umsetzungen der Elemente entstehen) [1]).

Unter den Lehren des ARISTOTELES erweisen sich einige als von ganz besonderem Belang. Die Identifiziernng der Paare Warm-Trocken, Warm-Feucht, Kalt-Trocken, und Kalt-Feucht, mit dem absolut leichten Feuer, der relativ leichten Luft, dem relativ schweren Wasser, und der absolut schweren Erde, läßt die Elemente auf das Klarste als die, nach Gegensatz-Paaren qualifizierte Urmaterie erscheinen; und bringt die Möglichkeit der Stoff-Verwandlung durch Zufügen oder Wegnehmen einer Qualität mit großer Deutlichkeit zum Ausdrucke. Die Einzeldinge sind nicht aus den Elementen zusammengefügt „wie Häuser aus Steinen und Balken", vielmehr müssen die sich vereinigenden Elemente, indem sie einen Teil der ihnen in „freiem" Zustande zukommmenden Eigenschaften aufgeben, in den Dienst der höheren, zwecksetzenden, begrifflichen Form treten. Derlei Gestaltungen und Umwandlungen erfolgen unter Einfluß des weltbeherrschenden Kreislaufes, dessen oberste Ursache die Bewegung des Himmels ist; diese, die auch das Prinzip des Lebens und der Seele darstellt, geht vom immateriellen Äther aus, der kein fünftes Element, sondern von den vier irdischen materiellen Elementen seinem ganzen Wesen nach völlig verschieden ist. Die fertigen Einzeldinge sind nicht nur fähig, sich zu vermischen, sondern auch sich (chemisch) zu verbinden, und erfahren hierbei qualitative Veränderungen, bleiben aber potentiell bestehen, und können daher aus der Verbindung auch wieder abgeschieden werden; ist aber eine Substanz von allzuschwachem und ungefestigtem Charakter, so vermag zwar immerhin, wie die Entstehung des „Erzes" (der Bronze) zeigt, schon ein kleiner Zusatz von ihr sehr weitgehende Veränderungen der Farben und der sonstigen äußeren Eigenschaften hervorzurufen, ihre eigene Form kann aber bei solchem Anlasse völlig aufgelöst werden und verschwinden, — wie denn das Zinn sozusagen zu einem bloßen „stofflosen Zustande", d. h. zu einer Qualität des Kupfers wird.

---

1) Gerade in diesem Punkte erst viel spätere, indische oder gar chinesische Einflüsse anzunehmen, ist daher gänzlich ungerechtfertigt; zudem sind alle indischen und chinesischen alchemistischen Schriften, die der Periode arabischen Einflusses vorausgehen sollen, grober Fälschung und Interpolation verdächtig.



Aus dem Kreise der Nach-Aristoteliker kommen hauptsächlich die Stoiker in Betracht (die älteren vom 3., die jüngeren vom 2. vorchristlichen Jahrhundert an), umsomehr als sie sich in stets steigendem Maße der gesamten Schuldisziplin bemächtigten, wodurch ihre Ansichten außerordentliche Autorität gewannen. Nach stoischer Anschauung [1]), in der zumeist eine kritiklose Vermischung platonischer und aristotelischer Lehren, — und zwar keineswegs stets der wirklich wertvollen, — zu tage tritt, besitzen alle Dinge gleichzeitig materiellen und logischen Charakter. Der erstere wird durch ihre Realität beglaubigt, und da solche allein dem Körperlichen zukommt, so sind körperlicher Natur nicht nur alle Substanzen, sondern auch alle Eigenschaften, so daß man die Qualitäten als Concreta zu betrachten hat; die Lehre von der Undurchdringlichkeit muß fallen, und es ist anzunehmen, daß verschiedene Stoffe sich gegenseitig vollkommen durchdringen und ihrer Gänze nach miteinander verschmelzen können [2]). Gleichwertig mit diesem stofflichen Prinzipe, der Materie oder Hyle, ist das logische, der (in letzter Linie auf HERAKLIT zurückzuführende) Logos, der in allem Seienden als vernünftiger Gedanke waltet, sich in der „Form" der Dinge äußert (die zugleich ihr Zweck und Begriff ist), und ihrem Wesen als „immanente Zweckmäßigkeit" zugrunde liegt. Der Logos wird auch „Pneuma" (Geist, Spiritus) genannt, und als warmer, Leben-zeugender und -erhaltender, also „Lebenskraft" in sich führender Lufthauch gedacht, der alles im Weltall, vom größten bis zum kleinsten Körper, völlig durchdringt, wobei er eine bestimmte gleichbleibende Spannung erzeugt, jenen *τόνος* (tonus, tenor), dem auch die Schule der „pneumatischen Ärzte" eine so ungewöhnlich wichtige Rolle zuschrieb. Endlich erfolgt noch die Gleichsetzung des Logos mit dem „Äther" des ARISTOTELES: in der, dem Kreise später Peripatiker und Stoiker entstammenden pseudo-aristotelischen Schrift „Von der Welt" (De cosmo), deren großer und andauernder Einfluß kaum hoch genug einzuschätzen ist, tritt bereits der immaterielle und „göttliche" Äther des ARISTOTELES in der gröblich materialisierten Gestalt eines fünften Elementes auf (*πέμπτη οὐσία* = quinta essentia, Quintessenz), dem bewegende und erschaffende, Leben- und Seelen-erzeugende Kraft innewohnt, und das nicht mehr lokal wie bei ARISTOTELES, sondern seinem inneren Wesen nach die „höchste Stelle" einnimmt.

1) S. die wichtige Schrift HEINZE's „Die Lehre vom Logos in der griechischen Philosophie" (Oldenburg 1872); die Hauptwerke der Stoiker sind leider nur fragmentarisch erhalten. 2) Diese Lehre erneuerte noch im 19. Jahrhunderte HERBART.



Da Feuer und Luft, die leichten und feinen Elemente, von großer, Wasser und Erde aber, die schweren und dichten, von geringer Spannkraft sind, so durchdringen Feuer und Luft, als das warme und aktive Prinzip (Pneuma), Wasser und Erde, als das kalte und passive (Hyle), und erfüllen, gliedern, und formen so alle Einzeldinge. Die oben erwähnte Verquickung des Pneumas der Peripatetiker mit dem Logos der Stoiker erfordert jedoch eine Vermittlung zwischen dem passiven und qualitätslosen Stoff und dem mit der „treibenden Kraft" des Zweckbegriffes gestaltenden Logos; zugeteilt wurde diese, in Anknüpfung an die Rolle, die der Samen (Sperma) bei ARISTOTELES spielt, einem spezifisch stoischen Begriffe von großer Tragweite, dem *λόγος σπερματικὸς* (Logos spermatikos) oder *σπέρμα λογικὸν* (Sperma logikon), d. i. „Begrifflicher Samen" oder „Samen-Begriff". Die Logoi spermatikoi sind die allgemeinsten, allem Seienden zugrunde liegenden, vernunftgemäßen Keime der Entfaltung, das bildende, individualisierende, der Materie die (platonischen) Ideen einpflanzende Prinzip, das eigentliche Wesen der Naturkräfte, das alle Dinge im Innersten zusammenhält[1]), als ihre Quintessenz, ihr Lebensgeist (spiritus vitae), ihre Seele; dafür, wie durch Einwirkung des Logos auf die Materie ein bestimmter neuer Stoff, ein Individuum selbständiger Art, hervorgeht, wird als Schulbeispiel die Umwandlung des Kupfers in Bronze durch das Zinn nach ARISTOTELES angeführt[1]). Unter Bezugnahme auf den menschlichen Logos, d. i. Vernunft und Sprache, die einst die Götter den Menschen durch ihren geflügelten Boten Hermes (Merkur) vom Himmel herabsandten, wird schließlich erst d i e s e r Logos, dann aber der Logos überhaupt, mit Hermes (Merkur) identifiziert („Hermes logios und psychopompos").

Die N e u - P y t h a g o r ä e r (etwa von 100 v. Chr. an) setzten ebenfalls zwei Prinzipien voraus, die passive Hyle und den aktiven Logos, und ließen die Logoi, als Qualitäten der Dinge, zusammenfallen mit den „Formen" des ARISTOTELES, den „Ideen" des PLATON, und den „Zahlen" des PYTHAGORAS. Ebenso lehrte die A l e x a n d r i n i s c h e S c h u l e, und ihr Hauptvertreter PHILON v o n A l e x a n d r i a (geb. um 50 n. Chr.), deren Bemühungen auf Vereinigung alttestamentarisch-theologischer und griechisch-philosophischer Anschauungen gerichtet waren, die Übereinstimmung der platonischen Ideen mit der Logos-Lehre, und sahen den Logos zugleich als Äther

1) Daher gibt noch FAUST als Zweck seines Studiums der Magie an: „Daß ich erkenne, was die Welt Im Innersten zusammenhält, Schau alle Wirkenskraft und Samen, Und tu' nicht mehr mit Worten kramen" (GOETHE's „Faust", Vers 382ff.).



und πνεῦμα ϑεῖον (= pneuma theion, göttliches Pneuma) an; da sie es als der Gottheit unwürdig befanden, sich selbst mit der gemeinen Materie zu befassen, so übertrugen sie die Weltenbildung der „gestaltenden Kraft“ der Logoi, die sie für wesensgleich teils mit dem platonischen Demiurgen, teils mit den heidnischen Dämonen, teils mit den jüdischen Engeln erklärten, und deren Aufgabe es war, die Materie zunächst in grobe und feine, und weiterhin erstere in Wasser und Erde, letztere in Luft und Feuer zu teilen. Für die Neuplatoniker endlich, deren Blütezeit (etwa von 300 n. Chr. an bis zum Erlöschen griechischen Geistes) mit jener der alexandrinischen Alchemie zusammenfiel, bestanden die Körper aus der Hyle als Materia prima und dem Logos als Inbegriff der Qualitäten, die als Logoi spermatikoi individualisierend wirken, und als „zeugende Formen“ oder „Samen“ sowohl die leblosen Einzeldinge wie die Pflanzen und Tiere gestalten; der intelligente Logos, aber auch der allgemeine, sämtliche Dinge des Weltgebäudes hervorbringende und durchdringende, wird Hermes (Merkur) genannt.

Die vorstehenden Darlegungen, so knapp sie gefaßt werden mußten, dürften mit Klarheit ersehen lassen, wie die Alchemie, als ein echtes Kind griechischen Geistes, aus der griechischen Philosophie hervorging, und daß daher ihrem Hauptgebilde, dem mystischen „Stein der Weisen“, mit Recht der Namen „philosophischer Stein“ erteilt wurde, der erst in späterer Zeit nicht mehr auf die „reinen“ Philosophen Bezug hatte, sondern auf die „philosophi per ignem“, „die mit Hilfe des Feuers Forschenden“, d. s. die Chemiker.

Von den wesentlichen Begriffen der Alchemie führen ihren Ursprung auf PLATON zurück: die Materia prima; die allgemeine Wandelbarkeit sämtlicher Dinge; die wechselseitige Umwandlung (Transmutation) edler und gemeiner Metalle in der Natur; ihre Nachahmung, entweder auf die nämliche Weise, durch allmähliches Wachsen und Reifen, oder unter Benützung der Materia prima als Durchgangsstufe, wobei neue Stoffe durch Vereinigung und Vermählung aus den alten hervorgehen; die Symbolisierung des Goldes als Reinsten, Edelsten, Himmlischen, die dazu führt, dem „Stein der Weisen“ auch psychische und religiöse Wirkungen zuzuschreiben, und in ihm, der Parallelität des mikro- und makrokosmischen Geschehens halber, zugleich das Allheilmittel gegen Krankheit und Alter zu suchen; der Zusammenhang der Metalle mit den Planeten.

1) HEINZE, a. a. O., S. 118.

Dem ARISTOTELES entlehnte man u. a. folgende Lehren: die Bedingtheit der Umwandlung (Transmutation) durch Hinzubringen neuer Qualitäten; die, der Kraft des Samens analoge Wirksamkeit kleiner Zusätze, als der Träger solcher Qualitäten, wobei sie, nach Art der „Vermählung", neue Körper hervorbringen (s. das Beispiel des Zinns); das äußere Sichtbarwerden der bewirkten Umwandlungen durch Veränderung der Farben, ähnlich wie beim Reifen der Früchte und beim Backen des Brotteiges[1]), — woraus die ungeheure Wichtigkeit der „Tinktion" und „Tinktur" erfließt, weil man umgekehrt aus dem Eintritt der gewünschten Färbung auf den der entsprechenden inneren Umwandlung schloß; die Andeutung der Verwandtschaft und Umwandlungsfähigkeit, z. B. zwischen Zinn und Silber, gelber Legierung und Gold, durch die gemeinsame Farbe.

Den Theorien der Stoiker wurden hauptsächlich nachstehende Sätze entnommen: die materielle Beschaffenheit der Qualitäten, der gemäß das Zubringen von zur Transmutation erforderlichen neuen Qualitäten durch Beifügung eines neuen Stoffes bewirkt werden kann, der den alten völlig durchdringt; die Erklärung solcher Umwandlungen (wie der des Kupfers durch Zinn) aus der individualisierenden Wirkung der Logoi spermatikoi; die Gleichstellung des Logos mit dem Äther, dem Pneuma, und dem Luftgeist (spiritus), die dazu Anlaß gab, den „Stein der Weisen" aus Äther, Luft, Sternschnuppen-Substanz, und dergl., aber auch aus den Produkten der tierischen Lebenskraft (besonders den „heißen" Exkreten) zu bereiten, und das Wesen oder die Quintessenz der Dinge als „Geister" zu bezeichnen (die noch in unserem Weingeist, Holzgeist, Salmiakgeist, u. a. m. fortleben); die Identifizierung des Logos mit Hermes.

Da man in späterer Zeit, bei der Darstellung von Arzneien, das Zumischen eines weiteren Bestandteiles als „Projektion" zu bezeichnen pflegte[2]), so ist es sehr wahrscheinlich, daß dieser Ausdruck auch auf das Einwerfen oder Einstreuen der chemischen Zusätze, z. B. des Zinns zum Kupfer, Anwendung fand, und daß daher tatsächlich, den Vermutungen KOPP'S und GILDEMEISTERS entsprechend, dem „Streupulver", ξήριον = Xerion, der arabischen Name al-Ixir, d. i. Elixier, entsprang; erst weiterhin wurde dieser auf jenes Streu-

1) Hierher rührt vermutlich die Bezeichnung des von den Alchemisten benützten Materiales als μάζα (= maza, Brotteig); noch PARACELSUS sagt „Der Brotbäck ist ein Alchymist".

2) So auch noch bei AVICENNA (Ibn-Sina) und anderen früharabischen Ärzten.



pulver angewandt, das unedles Metall in Gold verwandelt, also auf den „Stein der Weisen“, der zugleich Gesundheit und langes Leben verleiht.

Durch die Neupythagoräer, Alexandriner, und Neuplatoniker wurden im wesentlichen noch folgende Gesichtspunkte vertieft: die Entstehung edler Metalle aus unedlen durch Addition neuer Qualitäten, also auf dem nämlichen Wege, der in der Logik zur Bildung neuer und höherer Begriffe führte; die Bindung dieser Qualitäten an „Samen“, unter Bezugnahme auf die angeblich uralten Mysterien der Orphiker, deren „ovum philosophicum“ (philosophisches Ei) als Weltenei die Samen aller Dinge enthält; die Zusammensetzung des philosophischen Steines durch Vermählung des reinsten noch unberührten Stoffes (Materia prima, himmlische Hyle, Jungfernerde, Jungfernmilch, . . .) mit dem aktivsten Prinzip des Logos, der gemäß der Stein der Weisen auch selbst als Keim, Embryo, Homunculus, und Hermaphrodit betrachtet wird; die Gleichstellung der Logoi spermatikoi mit den Qualitäten, Samen, und Seelen die dazu führt, von der „Seele“ und dem „Samen“ des Goldes, Silbers, Schwefels, Quecksilbers zu sprechen, unter denen die Quintessenz dieser Dinge verstanden wird, das philosophische Gold und Silber, „unser Gold und Silber“, im Gegensatze zu dem gemeinen, natürlich vorkommenden; die Identifizierung des Logos mit dem Äther, dem *πνεῦμα θεῖον* (göttlichen Pneuma), und mit dessen Träger Hermes; die bei der Weltbildung erfolgende Scheidung der Materie in grobe und feine, und weiterhin in die Paare (Wasser + Erde) und (Feuer + Luft), die aber schließlich auch wieder als Repräsentanten des eigentlichen kalten und passiven Stoffes, sowie des heißen aktiven Pneumas gelten.

Dieser letzteren Anschauung scheint eine höchst eigentümliche durch ihre bis tief in die Neuzeit hinein währende Fortwirkung sehr wichtige Theorie entsprungen zu sein, nämlich die vom Bestehen aller Stoffe, und daher auch der Metalle, aus Schwefel und Quecksilber; bisher hielt man sie meist für eine arabische, vermochte aber ihre Quelle (für die die angeblichen Werke des GEBER, als Fälschungen des späteren Mittelalters, nicht gelten können) nirgends nachzuweisen. In den frühesten einschlägigen Schriften der Araber, z. B. in der großen Enzyklopädie der sog. „Lauteren Brüder“ (richtiger: Treuen Brüder), die im 10. Jahrhunderte abgefaßt ist, aber durchweg auf weitaus ältere Vorlagen zurückgeht, tritt jedoch diese Lehre, in stetem Verbande mit anderen rein griechischer Herkunft, schon in völlig bestimmter, durchaus dogmatischer Gestalt

auf; sie wird, ohne jeden Anspruch auf Neuheit, als etwas so Selbstverständliches und zweifellos Feststehendes vorgetragen, daß sie offenbar desselben Ursprunges wie alles Übrige sein muß, nämlich griechisch-alexandrinischen. Die Frage, woher ihre Autorität bei den hellenistischen Chemikern stammt, — unter denen z. B. schon PIBÉCHIOS (4. Jahrhundert) behauptet „alle Gegenstände enthalten Quecksilber", — läßt sich aber nunmehr, den weiter oben gegebenen Ausführungen nach, mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit wie folgt beantworten: die Entstehung der Einzeldinge beruht auf Durchdringung von Hyle und Logos, und diese gelten als gleichwertig mit den groben und feinen Teilen der Materie, also mit den Paaren (Wasser + Erde) und (Luft + Feuer), durch deren Vereinigung die Elemente, die nach ARISTOTELES alle vier in jedem Körper vorhanden sein müssen, wieder zusammengeführt werden; die Kombination (Wasser + Erde) ist aber, nach ARISTOTELES, im Quecksilber verwirklicht, als dessen Hauptbestandteile die in jedem unedlen Metalle vorhandene Erde, sowie das viele, seinen flüssigen Zustand bedingende Wasser anzusehen sind; für die zweite Kombination (Luft + Feuer), die dem πνεῦμα θεῖον (pneuma theion) entspricht, ergibt sich aus dem Doppelsinne des Wortes theion (= göttlich, aber auch = Schwefel) als passendster Träger der, nach ARISTOTELES schon von altersher für „heilig" angesehene Schwefel, dessen Eigenschaften, nämlich „heiße" und „feurige" Natur, sowie Flüchtigkeit, einer solchen Vorstellung durchaus angemessen erscheinen. Demgemäß vereinigen sich, wie auch die „Lauteren Brüder" noch lehren, die Elemente znnächst zu Schwefel und Quecksilber, und erst diese bilden dann, unter Verbindung nach den verschiedensten Mengen-, Reinheits-, und „Reife"-Verhältnissen, wie alle anderen Stoffe so die Metalle; die Voraussetzung einer derartigen Entstehungsweise führte auch zu dem bedeutsamen, mit den Ansichten PLATONS übereinstimmenden Schlusse, daß sich Verbrennung und Rosten (also die raschen und langsamen Vorgänge der Oxydation) unter Ausscheidung eines Bestandteiles, und daher unter Gewichtsverlust vollziehen.

Tiefgreifende Veränderung dieser Anschauungen bewirkte noch eine Entdeckung, die zu den weittragendsten auf dem Gesamtgebiete der Chemie gehört[1]), die der Destillation des Quecksilbers, die allem Anschein nach im 4. Jahrhunderte n. Chr. gemacht wurde; war es auch schon seit langem bekannt, daß das Quecksilber im

1) S. meine Abhandlung über PLATON.



Feuer „verfliegt“, so mußte doch die, mit allen hergebrachten Begriffen gänzlich unvereinbare Möglichkeit, es in ein Pneuma, einen heißen, Spannung besitzenden Luftgeist zu verwandeln, und aus diesem sichtbar wieder abzuscheiden, das äußerste Erstaunen hervorrufen! Ein Stoff von solchen Eigenschaften konnte unmöglich länger der kalten und trägen Hyle zugeordnet werden; es erfolgte ein vollständiger Stellungswechsel, — den vermutlich die Erinnerung förderte, daß Quecksilber nach ARISTOTELES auch viele Luft enthält, die sein Festwerden hindert —, man reihte das Quecksilber fortan dem Kreise des Pneumas ein, identifizierte es als flüchtigen, alles durchdringenden „Geist“, mit dem Träger des Pneumas, und benannte es nach ihm Hermes oder Merkur[1]). Im Zusammenhange hiermit vollzog sich eine weitere sehr bemerkenswerte Wandlung: die uralte Zuordnung der Metalle zu den Planeten, die vermutlich aus persischer Quelle stammt, und von der die antike Welt durch spät-babylonische Vermittlung die erste Kunde empfangen hatte, erlitt eine Abänderung, das Quecksilber wurde nunmehr dem Merkur beigesellt, das Zinn vom Merkur auf den Jupiter übertragen, das Elektron aber (d. i. eine auch in der Natur vorkommende, damals schon längst außer Gebrauch geratene Gold-Silber-Legierung) für immer aus der Reihe der planetarischen Metalle gestrichen[2]).

Die alten und neuen, so durchaus entgegengesetzten Ansichten über die Natur des Quecksilbers durch eine irgendwie annehmbare Theorie zu vereinigen, hat der sinkende Geist des Zeitalters nicht mehr versucht, oder doch nicht vermocht; sie blieben fortan, bis in die Neuzeit hinein, neben einander bestehen, als einer der unzähligen großen Widersprüche, mit denen das synkretistische Bemühen der Alexandriner Religion, Medizin, Astronomie, Chemie, und alle anderen, dem hellenistischen Boden in neuer oder erneuerter Form entkeimenden Wissenschaften erfüllte, — und genau wie jene unzähligen anderen Widersprüche so wurde auch dieser hingenommen, kaum mehr bemerkt, jedenfalls nicht weiter erörtert, und kraft der „Autorität der Schule“ kritiklos von einer Generation auf die andere vererbt.

1) Das Buch „Causa causarum“, das im Mittelalter dem ARISTOTELES zugeschrieben wurde, in der Tat aber syrischen Ursprunges ist (10. bis 12. Jahrh.), lehrt u. a., jedenfalls nach viel älteren, zumeist recht unklaren Überlieferungen, Quecksilber enthalte Wasser und Luft, Schwefel aber Erde und Feuer.

2) Die schon 1884 durch den hervorragenden Orientalisten G. HOFFMANN als besonders wichtig bezeichnete Frage nach Ort und Zeit dieser Umstellung des Quecksilbers dürfte durch das Vorstehende annähernd beantwortet sein.

3.

Der Einfluß der aristotelischen Lehren auf die Entwicklung der Chemie war, wie die im Vorstehenden angeführten Tatsachen beweisen, ein ebenso tiefgehender wie nachhaltiger, gereichte ihr aber keineswegs stets zum Vorteile, und wurde daher schon oft und wiederholt als ein, die Wissenschaft geradezu schädigender und hemmender, mit den schärfsten Worten verurteilt. Der historisch geschulte Sinn wird indessen in solche „vernichtende Kritik“ nicht ohne weiteres einzustimmen, vielmehr richtiger die Frage aufzuwerfen haben, welchen Ursachen der beispiellose Erfolg jener Lehren zuzuschreiben ist, — und zwar trotz ihrer Schwächen und Fehler?

Was die letzteren betrifft, so ist schon weiter oben hervorgehoben worden, daß ARISTOTELES zwar im Vollbesitze der richtigen Grundsätze der Naturforschung war, sie aber nicht folgerichtig anzuwenden wußte, und in zahlreichen Fällen schwer gegen sie verstieß. Vor allem tritt ARISTOTELES, — soweit die Mängel der Überlieferung ein Urteil gestatten —, keineswegs „ohne vorgefaßte Meinungen“ an die Dinge heran; er berücksichtigte, mit kaum zu entschuldigender Vorliebe, die „hergebrachten Ansichten Früherer“, die „allgemeine Meinung“, sowie den „Sprachgebrauch“; er erörtert zwar die Geschichte aller Hauptprobleme, geht aber dabei über bedeutsame Leistungen seiner Vorgänger in einer Weise hinweg, die ihn häufig als übermäßig konservativ, zuweilen sogar rückständig erscheinen läßt; er trägt manches unzusammenhängend und mit Übergehung wichtiger Momente vor, anderes unsicher und schwankend, wie denn seine Polemik gegen PLATON, dessen Sphäre er sich niemals gänzlich zu entziehen vermochte, zwar scharf, aber keineswegs klar und konsequent ist; unleugbare Widersprüche schlichtet er nicht selten, und anscheinend mit völliger Sicherheit, auf dem Wege advokatorischer, ja fast rabulistischer Dialektik, oder umgeht sie mit Hilfe voreiliger, auf allgemeinen Ähnlichkeiten und Analogien fußender Annahmen, wobei der Deduktion und der Konstruktion aus reinen Begriffen der Vorrang vor der Induktion und der Herleitung aus den Tatsachen bleibt. Alledem zufolge ist ARISTOTELES keinesfalls ein Naturforscher im heutigen Sinne und gewiß kein Experimentator, sondern nur ein Beobachter, der es aber häufig sowohl mit den Beobachtungen als mit deren Deutungen nicht kritisch genug nimmt. Doch ist zuzugeben, daß einige seiner Ansichten, u. a. die Verwandlung von Wasser in Luft und Luft in Wasser, das völlige Verschwinden eines Tropfens Weins in zehntausend Kannen Wasser, das Stattfinden der Urzeugung, usf., auf



damals (und noch weit später!) wirklich wohlberechtigten Beobachtungen zu beruhen schienen, und daß andere, wie z. B. die Lehren von den Elementen, von der verschiedenen Temperatur der Körperteile, und von der Stellung der Erde im Welt-Mittelpunkte, seitens der hervorragendsten medizinischen und astronomischen Fachmänner durchaus geteilt wurden: die geozentrische Theorie verteidigte z. B. nicht nur EUDOXOS aus Knidos im 4., sondern auch noch der große HIPPARCHOS im 2. Jahrhundert v. Chr., und zwar, nach A. VON HUMBOLDT, insofern mit Recht, als sie, so lange die rein geometrische Betrachtung der Himmelsbewegungen alleinherrschend blieb, für deren Erklärung die mannigfachsten Vorteile bot.

Als sich, auf diesem Gebiete, wie auf allen anderen, im Laufe der Zeiten ein ungeheueres neues Tatsachen-Material angesammelt hatte, da wäre es freilich geboten gewesen, dem Ausspruche des ARISTOTELES folgend, „den künftig zu machenden Beobachtungen mehr Glauben beizumessen als der Theorie"; gegen diese Hauptregel sündigten aber die Nachfolger des ARISTOTELES weit schlimmer und schwerer als er selbst, denn sie verkannten nicht nur die neuen Wahrheiten, sondern leugneten und unterdrückten sie bewußt, unter dem Vorgeben, sie widersprächen ihrem allein-seligmachenden Weltbilde. Was die Kirche, — die ARIRTOTELES erst verwarf, dann auf den Schild erhob, und zum „praecursor Christi in rebus naturalibus" stempelte (zum Vorläufer Christi in Sachen der Naturforschung) —, was die aus- und unterlegenden Scholastiker, und was die ihnen getreulich anhängenden Dunkelmänner als „aristotelisches Lehrgebäude" proklamierten, hatte zuletzt mit den echten Anschauungen des ARISTOTELES kaum mehr etwas gemein; es war allenfalls (und auch das nur zum Teil) ein durch Dogmatismus und Intoleranz verkrüppeltes Gebilde ausgewählter, auch bei ARISTOTELES vorkommender, und auf seine Autorität hin als Stütze gewisser Tendenzen wohlverwendbarer Irrtümer, gegen die angekämpft und die schließlich überwunden zu haben, zu den Großtaten neuzeitlichen Geistes gehört.

Was hat aber der aristotelischen Lehre, selbst in solcher äußerster Entstellung und Verzerrung, ihre ungeheure, fast unverbrüchliche Lebenskraft verliehen?

Es ist gewiß richtig, daß sie, die in vielen Punkten den hergebrachten Auffassungen der „allgemeinen Meinung" entgegenkam, seitens letzterer auch wieder als wesensverwandt und leichtfaßlich anerkannt und begrüßt wurde; in dieser Hinsicht sei nur daran erinnert, wie viele Betrachtungen und Schlagworte des ARISTOTELES, — vielleicht schon zu seiner Zeit sprichwörtliche —, noch heute zu

den alltäglichen Bestandteilen unseres Sprachschatzes zählen: „Die Natur tut nichts vergeblich, nichts wider die Natur und alles auf das Einfachste und Beste“ [1]; „Der Mensch ist ein Zoon politikon (ein soziales Wesen), und mehr als jedes andere ein Herdentier“ [2]; „Bei den Fischen fressen die Großen die Kleinen, und es herrscht der Kampf zwischen den Stärkeren und Schwächeren“ [3]; „Von zwei Speisen in gleicher Entfernung gleichstark angezogen, wird der Hungernde unbeweglich verbleiben müssen“ [4], — das Vorbild zum Esel des BURIDAN; „Die größten Vorzüge bietet der Mittelweg“ [5]; „Die Kunst (τέχνη = techne) ahmt der Natur nach“ [6], — daher der Ausdruck Technik; „Die Gewohnheit wird zur zweiten Natur“ [7]; „Ein Keil treibt den anderen“ [8]; „Man kennt sich nicht, ehe man zusammen einen Scheffel Salz gegessen hat“ [9]; „Das Auge des Herrn macht die Pferde gedeihen“ [10]; „Man streitet um den Schatten des Esels“ [11]; „Tatsachen beweisen“ [12]; „Er spricht wie der Blinde von der Farbe“ [13]; „Wenn man Großes mit Kleinem vergleichen darf“ [14]; „Das heiße Blut der Jugend“ [15]; „Die angeborene Farbe“ (z. B. der Entschließung [16]); „So mischten sich in ihm die Elemente“ [17]; „Der Mensch ein Mikrokosmos“ [18]; „Der Leib ist das Organ der Seele“ [19], — daher die Ausdrücke Organismus, Organisches, Organisiertes; „Politische Ökonomie“ [20], ursprünglich im Sinne von Ökonomie der πόλις (Stadt) = Communal-Wirtschaft, usf. usf.

Des weiteren trifft es sicherlich zu, daß ARISTOTELES eine kaum glaubliche Fülle positiver Kenntnisse (auch naturwissenschaftlicher, besonders zoologischer und biologischer) in sich vereinigte, und aus ihnen, neben vielem heute als unrichtig Erkanntem, auch auf fast allen Gebieten eine große Anzahl wertvoller, von äußerstem Scharfsinne zeugender, und seinem Zeitalter weit voraneilender Wahrheiten ableitete.

Endlich ist es auch fraglos, daß seine Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften ihn zum Vater der vergleichenden Methode und der Entwicklungs-Geschichte machte, sowie daß er der Schöpfer der wissenschaftlichen Terminologie ist, — speziell auf

---

1) Hi. I, 4; Fa. 2, 8, 11. 2) St. I, 2; Zo. I, 1. 3) Zo. VIII, 2; IX, 2.

4) Hi. II, 13. Wie schon SCHOPENHAUER bemerkte („Werke“, Leipzig 1877; IV, 58) kommt der sog. Esel des BURIDAN in den uns erhaltenen Schriften dieses Scholastikers gar nicht vor; dagegen findet sich das dem ARISTOTELES entlehnte Bild bei DANTE („Paradies“, Ges. IV, Vers 1). S. u. a. auch LUCIAN „Ikaromenippus“, cap. 25, und noch VOLTAIRE „Pucelle“, cap. 12, Vers 16!

5) Ni. II, 9; St. III, 16; Eu. III, 3 und III, 7. 6) Ph. II, 2. 7) Ni. VII, 11. 8) St. V, 11. 9) Ni. VIII, 4. 10) Ö. 6. 11) Fr. 582. 12) M. I, (14), 25. 13) Ph. II, 1. 14) M. II, (8), 17. 15) Rh. II, 12. 16) nach Kat. 8. 17) nach S. I, 4 und 5; Ni. VII, 15. 18) Ph. VIII. 2. 19) S. I, 4 und 5; II, 2. 20) Ö. II.



dem Gebiete der Logik und Zoologie, die als Wissenschaften erst ihm ihr Dasein verdanken —, aber auch auf dem der Mathematik und Physik, besonders durch die von ihm erdachte und vielfach angewandte Bezeichnung allgemeiner (mathematischer, physischer, logischer) Größen oder Begriffe durch die Buchstaben des Alphabetes.

Zu diesen, ohnehin schon außerordentlichen Vorzügen einer Lehre, die sich dem Fassungsvermögen philosophisch Gebildeter wie Ungebildeter als gleich angemessen erwies, überreich an neuen Tatsachen und Folgerungen war, und dabei durchaus auf Allseitigkeit der Erkenntnis („Universalität") ausging, gesellte sich aber noch ein letzter und entscheidender: ARISTOTELES war einer der größten und fruchtbarsten System-Bildner, die jemals aufgetreten sind, und was er der Menschheit zu sagen hatte, das bot er ihr dar in Gestalt einer logisch durchgearbeiteten, konsequent aufgebauten Enzyklopädie, eines folgerichtigen und geschlossenen Ganzen. Ein System schätzt aber, wie die Geschichte, und namentlich die Geschichte der Wissenschaften zeigt, und wie die Erfolge eines HIPPOKRATES, GALENOS, PTOLEMÄUS, AVICENNA, THOMAS D'AQUINO, PARACELSUS, STAHL, DESCARTES, LINNÉ, CUVIER, HEGEL, LYELL, DARWIN, und vieler anderer Größen lehren, die Menschheit über alles; das Moment der geistigen Trägheit überwindet bei ihr sämtliche Übrigen, und ist ein System erst einmal durchgedrungen, so findet sie sich mit den ärgsten Mängeln ab, nimmt die schlimmsten Widersprüche unbesehen hin, verschließt sich wissentlich der aufdämmernden richtigeren Erkenntnis, ja bekämpft sie sogar durch die Tat, — so lange nur noch die Hoffnung besteht, das System erhalten, im gewohnten Gleise bleiben, Umlernen und Nachdenken vermeiden, kurz geistige Anstrengung sparen zu können.

Die Vereinigung des Gelehrten, Beobachters, und Denkers mit dem Klassifikator, Organisator, und Systematiker war es daher, die ARISTOTELES zur gewaltigsten geistigen Macht fast zweier Jahrtausende erhob, und zur einzigen, die gleichzeitig und in gleichem Maße die Gesamtkultur Europas und des arabischen Weltreiches beherrschte. Wer im Osten und wer im Westen kurzweg vom „Philosophen" sprach, der meinte hiermit den ARISTOTELES; er blieb „der Mann von höchstem, fast göttlichem Genie", als den ihn CICERO [1]), „der Meister derer, die da wissen", als den ihn DANTE [2]) gepriesen hatte, und zwanzig Jahrhunderte mußten vergehen, ehe in LEIBNIZ seinesgleichen erstand.

1) „De divinatione", lib. I, cap. 25. 2) „Hölle", Ges. IV, Vers 131.



Über die Anregungen, die der Bergbau im Laufe der Kulturgeschichte der Naturwissenschaft und Technik hat angedeihen lassen.

VON E. GERLAND.

Rede, gehalten zur Feier des Geburtstages Sr. Majestät des Kaisers an der Königl. Bergakademie zu Klausthal am 27. Jan. 1910.

Hochansehnliche Versammlung!

An dem heutigen Festtage, an dem ein großes und gutes Volk den Blick in Treue und Dankbarkeit zum Throne seines geliebten Kaisers erhebt, sind es zweierlei Gefühle, welche unser aller Herzen erfüllen. Das eine, aufwärtsschauend, fleht Glück und Segen auf das Haupt des Herrschers herab, das andere, umher blickend, verweilt bei dem Geschicke der Beherrschten. Und wie an einem solchen Tage der einzelne seine Gedanken in die Vergangenheit schweifen läßt und an dem Erstrebten das Erreichte abmißt, so fordert ein nationaler Festtag auf, dasselbe zu tun im Hinblick auf unser Volk. Mit freudigem Stolze würdigen wir die Höhe der Kultur, zu welcher es sich emporgearbeitet hat, emporgearbeitet im Wettbewerb mit anderen Nationen. Mit Stolz empfinden wir es, daß diese nicht am letzten unserem Kaiser und dem Deutschen Reiche den andauernden Frieden verdanken, der die Grundlage solchen Kulturfortschrittes ist. Vergleichen wir diesen Fortschritt, mit dem, welchen frühere Jahrhunderte, ja Jahrtausende aufzuweisen haben, so wird es uns schwer, für wirklich zu halten, was täglich jetzt die Zeitungen melden. Wunderbar mutet uns die Geschwindigkeit an, mit der gegenwärtig neueste Fortschritte neue verdrängen. Wie unendlich lange dauerte es dagegen doch, bis sich in früheren Zeiten eine brauchbare Erfindung Bahn brach, und so scheint sich die Abhängigkeit dieser Kulturfortschritte von der Zeit zu einer Funktion mit hohem Exponenten gestaltet zu haben. Es kann kein Zweifel darüber walten, daß wir diese Steigerung unserer Kulturwerte

der raschen Entwicklung der von der Mathematik auf das wirksamste unterstützten exakten Naturwissenschaften verdanken, eine volle Erklärung der mächtigen Fortschritte gibt uns aber diese Erkenntnis nicht. Solche pflegen nur dann der Allgemeinheit zugute zu kommen, wenn sie ihr materielle Fortschritte bieten und so hat eine weise Vorsehung der Menschheit neben einem vollgerüttelten Maße von Trägheit den Trieb ihr zu fröhnen — mit möglichst wenig Anstrengung eine möglichst große Menge von Gütern zu erwerben und so in scheinbar widersprechender Weise die Trägheit zum Sporn gesteigerter Tätigkeit zu machen — in die Wiege gelegt.

In die Wiege! Denn mit dem Auftreten der Menschheit auf der Erde beginnen auch die Bestrebungen ihrer Glieder, sich zur Herrschaft über die Natur, sich zur Kultur zu erheben. Verschieden freilich waren die Erfolge, mit denen sie gekrönt wurden. Während einem Volke die freigebige Natur alles mühelos in den Schoß warf, was es zu seinem Lebensunterhalt bedurfte und ihm so jeden Antrieb, den Kampf mit ihr aufzunehmen vorenthielt, trat sie anderen, wie den Jäger- und Hirtenvölkern mit solcher Rauhigkeit entgegen, daß ihnen jede Aussicht zum Siege in dem aufgedrungenen Kampfe versagt blieb. Nur bei Völkern, denen in täglicher, die Kraft stählender Arbeit um den Lebensunterhalt doch Musse genug beschieden war, um die Gesetze der Natur zu deren künftiger Unterwerfung durch wiederholte Beobachtung kennen zu lernen, konnte sich die Kultur entwickeln, und so werden wir ihre Anfänge bei den ältesten Ackerbauern zu suchen haben. Wenn auch der Ackerbau, beschränkten Bedürfnissen genügend, sich mit der niedrigsten Kulturstufe zu bescheiden geneigt war, so verhalf er doch zu einigem Wohlstand und zeitigte damit das Verlangen nach größerem Behagen in der Lebensführung. Bald trat ihm die Baukunst zur Seite, Austausch der Erzeugnisse verschiedener Länder entwickelte sich im Handel, der bei den Küstenbewohnern wiederum die Seefahrt notwendig machte. Aber die Güter, die sie zu befördern hatte, waren zum nicht geringen Teil der Erde abgewonnen, waren hauptsächlich Metalle, und so wurde auch der Bergbau zu einer der frühesten Beschäftigungen der Völker. Dann aber mußte auch er zur Förderung der Kultur, zur fortschreitenden Erkenntnis der Naturgesetze beitragen und er mußte dies in um so höherem Maße tun, als seine Ausübung der menschlichen Natur so durchaus widerstrebt, als er so besonders schwierige und gefährliche Aufgaben zu stellen hat. Dadurch aber ist er je

länger, je mehr zum Ferment für den Kulturfortschritt geworden und die Lösungen der von ihm gestellten Aufgaben, die der Wissenschaft und Technik nur unter Überwindung außerordentlicher Schwierigkeiten gelingen konnten, sind nicht die letzten gewesen die diese auf ihre gegenwärtige Staunen erregende Höhe gebracht haben. Es ist eine lohnende Aufgabe, den Anregungen, die der Bergbau im Laufe der Kulturgeschichte der Naturwissenschaft hat angedeihen lassen, einmal nachzugehen.

Treten solche Anregungen in den ältesten Zeiten auch noch nicht mit voller Deutlichkeit hervor, so lassen sie sich doch auch da schon aufweisen. Fassen wir deshalb zunächst die bergtechnischen Leistungen der Alten ins Auge! Der Bergbau ist viel älter, als man bis vor kurzem angenommen hat. Man glaubte, daß er zuerst auf Gold betrieben worden sei, da dieses Metall gediegen vorkommt und Eigenschaften zeigt, welche es auch den noch wenig kultivierten Völkern wertvoll machen mußten[1]). Seit man aber die Schächte fand, welche der prähistorische Mensch bereits abgeteuft hat, ist man davon zurückgekommen. Sie dienten ihm nicht zur Förderung von Metallen, sondern zur Gewinnung des Stoffes, aus dem er seine Werkzeuge herstellte, zur Gewinnung des Feuersteines. Zu diesem Zwecke in neolithischer Zeit gemachte Anlagen hat man an verschiedenen Orten Frankreichs, Englands und Spaniens gefunden, und daß ihre Schöpfer bereits nicht ganz ungeübte Bergleute gewesen sein müssen, beweisen die Schächte bei Mur de Barrez, die zur Ausbeutung der in den Süßwasserschichten am Ufer des Goult gelegenen Lager minderwertige Feuersteinschichten durchsetzen, um zu tieferen, härtere Steine enthaltenden zu gelangen, beweisen die 254 Schächte von mehr als 6 m Weite und etwa 15 m Tiefe, die auf einer etwa 20 Morgen großen Fläche bei Brandon in England angelegt, das Nämliche beobachten lassen[2]).

Sowie wir nun auf die Tätigkeit der prähistorischen Bergleute nur aus den von ihnen hinterlassenen Werken schließen können, so stehen uns auch für das Studium des antiken Bergbaus andere Urkunden nicht zur Verfügung. Denn wenn auch einer oder der andere ägyptische Papyrus, wenn griechische und römische Schriftsteller davon erzählen, so sind diese Berichte meist so lückenhaft und so ohne Sachkenntnis abgefaßt, daß wir zu ihrem Verständnis doch immer auf die verlassenen Schächte, auf die etwa noch vor-

1) FREISE Geschichte der Bergbau- und Hüttentechnik. 1. Band, Berlin 1908, S. 2.
2) Ebenda S. 14.



handenen Halden angewiesen sind. Aber bei den ältesten Anlagen, welche Jahrhunderte in Betrieb waren und öfteren Abänderungen unterlegen waren, lassen auch diese im Stich, für die Klarlegung des Beginnes des Bergbaus in historischer Zeit bleiben somit nur Sage und Vermutung.

Den Erzählungen der alten Schriftsteller zufolge sollen die alten Phönizier und die von ihnen stammenden Karthager die ersten gewesen sein, die Metalle aus ihren Erzen abschieden und sie ihren Kunden auf den dunklen Meerschiffen zuführten. Da ist es wohl möglich, daß sie bei dem Versuche das mit andern Metallen in Flittern vorkommende Gold auszuschmelzen, jene kennen und gewinnen lernten[1]). Wenn sie im Glauben, daß der Süden von England aus Inseln bestehe, diesen um der dort vorkommenden Zinnerze willen, den Namen der Cassiteriden gaben, so mußten sie die Lagerstätten solcher Erze auffinden können. Aber auch die schwieriger sich darbietenden des nur aus Gängen zu erhaltenden Silbers wußten sie aufzusuchen, da sie auf dieses Metall geschürft haben[2]). Ob ihre Erkennungszeichen geologischer Natur, ob sie irgend wie anders geartet waren, wissen wir nicht. Doch werden wir annehmen dürfen, daß ihr Bergbau sie zur Erwerbung mineralogischer Kenntnisse anregte. Oder sollte die wieder so modern gewordene Wünschelrute, deren sie sich schon fleißig bedienten[3]), ihrer kindlichen Einfalt Entdeckungen ohne Mühe in den Schoß geworfen und sie der Notwendigkeit wissenschaftlicher Studien überhoben haben?

Auch die Ägypter beschäftigten sich erfolgreich mit Bergbau, da ihnen dabei in der Göttin HATHOR, der Vorläuferin der heiligen Barbara eine mächtige Förderin zur Seite stand[4]). Nebenbei haben sie wohl auch über mineralogische Kenntnisse verfügt. Wichtiger für uns ist, daß die Bedürfnisse ihrer Gruben- und Tagebaue ihnen Veranlassung zu markscheiderischen Arbeiten gaben, die in sehr frühe Zeit zurückgehen. Stammt doch der älteste Grubenriß, den wir auf einem in Turin aufbewahrten Papyrus besitzen, aus dem 15. Jahrhundert v. Chr., aus der Regierungszeit des PHARAO SETHOS I[5]). Er stellt den Plan eines Tagebaues auf Gold in allen seinen Einzelheiten dar und zeigte u. a. Häuser, welche ERMAN[6]) für Arbeiterwohnungen in Anspruch nehmen zu können glaubt.

1) Ebenda S. 2. 2) Ebenda S. 9. 3) Ebenda S. 10. 4) Ebenda S. 5. 5) Ebenda S. 11. vgl. Merckel, Die Ingenieurtechnik im Altertum. Berlin 1899. S. 471.

6) ERMAN, Ägypten und altägyptisches Leben im Altertum. Tübingen 1885 1887. Bd. 2. S. 619. Der Plan ist abgebildet in FREISE a. a. O. S. 12.



So mochten die Bedürfnisse des Bergbaus die Ursache zur Heranbildung der Markscheider und Feldmesser gegeben haben. Wie weit deren Kenntnisse und Fertigkeiten bereits in verhältnismäßig früher Zeit fortgeschritten waren, läßt sich am sichersten aus den großartigen Stollen- oder Tunnelbauten entnehmen, die zur Wasserversorgung größerer Städte durch Bergzüge getrieben worden sind. Einer der ältesten ist der berühmte im 8. Jahrhundert v. Chr. unter dem Könige HISKIA ausgeführte Stollen, durch den man das Wasser des Marienbrunnens zum Siloahteiche im Kidrontale bei Jerusalem geleitet hat[1]). Liest man auf der in seiner Mitte angebrachten Tafel die in hebräischer Sprache eingehauenen Worte: „Und am Tage des Durchstichs schlugen die Häuer, einer gegenüber dem andern, Hacke auf Hacke und es flossen die Wasser vom Ausgang in den Teich“, so möchte man meinen, daß die damaligen Ingenienre bereits auf der Höhe derjenigen gestanden haben müßten, welche den Durchstich des Mont Cenis[2]) und des Eigers[3]) leiteten. Daß dem indessen nicht ganz so gewesen ist, ergibt sich aus der Betrachtung des Stollenzuges. Er durchsetzt in einem gewaltigen etwa horizontalen Bogen von 537 m Länge den Berg, während die Entfernung zwischen seinen beiden Ausgangsöffnungen nur 335 m beträgt[4]). Zudem weisen einige, blind endigende Seitenstollen und verschiedene ganz ungerechtfertigte Ecken, weist die Halle am Begegnungsort beider Arbeiterkolonnen, in der sich die Stollendecke gegen die Stollensohle plötzlich um 32 cm erniedrigt, während das Ort selbst eine größere Breite, als die übrigen Teile des Stollens zeigt, darauf hin, daß weniger das mit Instrumenten bewaffnete Auge, als das Ohr seine Richtung bestimmt hat. Es sieht gerade so aus, als ob sich beide Kolonnen gesucht und gefunden hätten, indem eine jede horchte, in welcher Richtung sich das Pochen der anderen vernehmen ließ, und danach ihr Vordringen regelte.

Wie dem aber auch gewesen sein mag, so muß man doch bewundern, daß in so früher Zeit Messungen und Nivellierungen, wenn auch nicht zu einem fehlerlosen, so doch gewiß zu einem brauchbaren Ergebnisse führen konnten. Und die gemachten Erfahrungen wußte man wohl zu nutzen! Das beweist der 1500 m

1) MERCKEL. a. a. O. S. 476.

2) WRUBEL, Ein Winter in der Gletscherwelt. Zürich 1899 S. 56ff.

3) E WHYMPERS, Berg- und Gletscherfahrten in den Jahren 1860 bis 1869. Deutsch von STEGER, 3. Aufl. Braunschweig 1909 S. 89.

4) FREISE, a. a. O. S. 18.

lange Tunnel[1]), den im 6. Jahrhundert v. Chr., als der Tyrann POLYKRATES mit vergnügten Sinnen auf das beherrschte Samos hinschaute, der Megarer EUPALINOS, des NAUSTROPHOS Sohn, durch den Norden der Stadt Samos bohrte, um sie mit Trinkwasser zu versorgen[2]). Der Tunnel, den HERODOTOS[3]) eines der drei größten von seinen Landsleuten ausgeführten Werke nennt, zeigt zwar auch in der Mitte ein Knie[4]), in dem der Höhenunterschied der beiden Tunnelteile von etwa 3 m und die Seitenabweichung von über 5 m durch Abarbeiten ausgeglichen worden ist[5]). Abgesehen davon geht er in gerader Linie durch den Berg. Diese den bergmännischen so nahe stehenden Arbeiten haben also zur Verbesserung der Meßmethoden unzweifelhaft beigetragen und gewiß ihren Anteil gehabt an der Konstruktion der Meßinstrumente, die der Alexandriner KTESIBIOS und sein Schüler HERON gegen die Wende des 1. Jahrhunderts v. Chr. zustande brachten.

Aber auch die rein bergmännischen Arbeiten der alten Griechen nötigen uns Achtung ab und das um so mehr als die Griechen wohl schwerlich die Erfahrungen der Feuersteinbergleute benutzen konnten. Die Art, wie die Griechen ihren Bergbau ausübten, können wir aus den wohl erhaltenen Resten des berühmten Silberbergwerkes L a u r i o n in der Nähe von A t h e n entnehmen, von welcher Stadt ihr großer Sohn AISCHYLOS rühmt[6]):

„Silber quillt in ihren Bergen, Erdenschoßes reicher Schatz".

Die dortigen Gruben waren bereits im 5. Jahrhundert v. Chr. in vollem Betriebe[7]). Später schränkte man ihn ein, bis er unter dem Archonten DEMETRIOS in neuem Aufschwung sich erhob. Anfangs hatte man die sehr reichen Erzmittel des eisernen Hutes abgebaut[8]), dann Stollen angelegt, später Schächte abgeteuft, deren Zahl mit der Zeit auf 2000 stieg[9]). Diese Schächte waren tonnlägig, bis fast saiger, mit einer Sohlenabweichung bis zu 10^{0} [10]) und reichen

---

1) Ebenda S. 17. 2) MERCKEL a. a. O. S. 500.

3) *Ἡροδότου Ἁλικαρνήσσους Ἱστορίων Λόγοι*, IX *Βιβλ.* 360 Ed. Reiz. Lipsiae 1773. 1. Bd. S. 266. 4) MERCKEL a. a. O. S. 499 und 430.

5) W. SCHMIDT, Nivellierinstrumente und Tunnelbau im Altertum. Bibliotheca mathematica 3. Folge 4. Bd., Leipzig 1903.

6) AISCHYLOS, Die Perser V. 189. Werke übers. von DROYSEN, 3. Aufl. Berlin 1868, S 193.

7) VON ERNST, Über den Bergbau in Laurion. Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. österreichischen Bergakademien Leoben und Przibram. 1906. Bd. 50, S. 447; vgl. I. J. BINDER, Die attischen Bergwerke im Altertum. Laibach 1895. 8) ARDEILLON, Les mines du Laurium dans l'antiquité. Paris 1897.

9) FREISE, a. a. O. S. 14. 10) Ebenda S. 15.

bis zu 120 m Teufe bei einem Querschnitt von 1,75 bis 2,85 m²; von einigen gingen besondere Wetterschächte aus.

Betrachtet man diese und ähnliche Anlagen, deren noch manche andere von gleicher Bedeutung Altertum und Mittelalter im Betriebe sahen, so begreift man nur schwer, wie dieser aufrecht zu halten waren, wie eine ausreichende Sümpfung und Förderung bewerkstelligt werden konnte. Maschinen hatte man doch noch nicht oder nur in ganz beschränktem Maße, dafür aber hatte man Sklaven in genügender Zahl. Wie ohne diese die Pyramiden nicht gebaut worden wären, so hätte auch Anlage und Betrieb der Gruben ohne sie nicht durchgeführt werden können. Traurig war freilich ihr Los: „Die bei diesen Gruben beschäftigten Arbeiter“ schildert es DIODOROS[1]) „die der Sauberkeit entbehren, kann man nicht ohne Mitleid ansehen, da ohne Rücksicht auf Alter und Geschlecht, Greise, Weiber und Kinder, alle mit Schlägen zur Arbeit getrieben werden und bis sie der Tod erlöst, fronen müssen“. Die antike Welt hat sich von diesem Fluche nicht befreien können. Was half es, wenn die athenischen Sklavenbesitzer besser für die Elenden sorgten, die sie zu den Arbeiten in Laurion vermieteten, um länger den dafür täglich zu erhebenden Obolos zu beziehen[2]), wenn die römischen Kaiser aus dem Hause der FLAVIER Berggesetze erließen, um sie zu schützen![3]) Nach wie vor wurden Verbrecher, wurden Kriegsgefangene, wurden gefangene Christen „in metallum“ d. h. zur Arbeit im Bergwerk verurteilt, zu einer Strafe, gegen welche die Todesstrafe milde war.

Hier Wandel zu schaffen ist den germanischen Völkerschaften vorbehalten gewesen. Waren auch bei ihnen in alter Zeit die Bergleute Hörige, so war deren Los doch ein ungleich menschlicheres, als das jener Sklaven. Zudem wurden sie bereits im frühen Mittelalter freie Männer[4]), welche Sonderrechte, Kunstsprache, Kleidung und Gebräuche ausbildeten, welche eine feste Organisation zusammenhielt und stark machte. Ihnen ist es zu danken, daß die bergtechnischen Errungenschaften des Altertums über die Stürme der Völkerwanderung herüber gerettet wurden, und so hat die Wiege des deutschen und damit die des modernen Bergbaus in Franken gestanden, dem Teile deutschen Bodens, welcher von den Zügen

1) DIODOROS, Bibliotheca III, 13. V. 38; vgl. FREISE a. a. O. S.

2) VITRUVIUS, De Architectura. VII, 3.

3) BINDER, Zeitschrift für Bergrecht. Bd. 32, 1877. S. 327.

4) VON FESTENBERG-PAKISCH, Bausteine zur Geschichte des deutschen Bergbaus. Braunschweig und Leipzig 1901, S. 19.



der ihre Wohnorte wechselnden Stämme am meisten verschont geblieben war[1]). Ja, es gelang ihnen neben dem bis dahin ausgeübten Erzbergbau den ungleich wichtiger gewordenen Kohlenbergbau zu setzen, welcher die Grundlage der Entwicklung der jetzigen Technik werden sollte. Im Jahre 1198, erzählt die Legende, habe ein Engländer, den sie dann im Laufe der Zeiten bald in einen Engel verwandelte, einen niederländischen Schmidt HULLOS, dessen Namen in dem Französischen La Houille sich erhalten hat, auf die in der Nähe seines Wohnortes Coche vorhandene Steinkohle aufmerksam gemacht, also ihm etwa die Stelle bezeichnet, an der das produktive Steinkohlengebirge zutage tritt[2]). Seitdem wurde die Kohle dort abgebaut, und man war so sehr von der Richtigkeit dieser Nachricht überzeugt, daß man 1898 den 700jährigen Gedenktag dieses Ereignisses in Belgien und Frankreich gefeiert hat. Nun folgt aber aus den Annalen des Klosters Klosterath, daß dieses im Wormtale bereits 1113 Kohlen graben ließ[3]). Da nun in Sheffielld bereits 1183 Steinkohlen für Schmiedereizwecke verwendet wurden[4]), so würde sich daraus nicht nur des HULLOS englischer Ratgeber erklären, es würde auch dadurch bekräftigt werden, daß es in der Tat germanische Stämme waren, welche zuerst Bergbau auf Steinkohle betrieben haben.

Konnten so die Bergleute germanischen Blutes im Mittelalter reiche Erfahrungen sammeln, konnten sie das ihnen vom Altertume überwiesene Pfund weiter wuchern lassen, so mußten sie doch auch hier und da in Lagen kommen, wo ihre Kenntnisse sie in Stiche ließen, wo ihnen die Wissenschaft helfend beispringen mußte. Wir besitzen freilich keine Nachrichten, auf Grund welcher wir das Fortschreiten des Bergbaus im Mittelalter verfolgen könnten. Wohl aber ist uns im Jahre 1505 in Augsburg gedruckten älteste Bergwerksbuch die Schilderung dessen erhalten, was der Bergknappe damaliger Zeit wissen mußte und danach können jene Fortschritte gewiß beurteilt werden. Dort[5]) sagt „DANIEL, der Bergwerkverstendig zum lernbegierigen jungen Knappje: Sonder eins solt du bey dir wol betrachten | das die gemein rede als hernach volgt vom läger | streichenn Liegend | oder andere geschicklichkeyt der geng gar mit großer behendigkeyt | auff disen oder jenenn gesund erten gang sol

1) FREISE a. a. O. S. 8.

2) BÜTTGENBACH Der erste Steinkohlenbergbau in Europa. Aachen 1898, S. 10.

3) Ebenda S. 14. 4) Ebenda S. 11.

5) DR. H. v. DECHEN, Das älteste deutsche Bergwerksbuch. Zeitschrift für Bergrecht. Bd. 26, 18. S. 223.

zugenegget werden." Der weitere Inhalt des Büchleins beweist, daß der Bergknappe außer dieser geforderten Fähigkeit, sich rasch zu orientieren, damals auch über die Kenntnis einer Reihe von Erzen und der Art ihres Vorkommens verfügen mußte. Die es schmückende Abbildung eines Kompasses mit Deklination läßt sodann erkennen, daß er sich auch dieses wichtigen Hilfsmittels, welches ihm in brauchbarer Gestalt der Flandrische Seemann und der deutsche Handwerker geboten hatte,[1]) ebenfalls mußte bedienen können[2]).

Hatte sich aber „Knappjus, der junge", auf einen solchen Bildungsgrad emporgeschwungen, dann lag es im Vorteil des Betriebes, weniger seine physischen, um so mehr aber seine intellektuellen Fähigkeiten in den Dienst zu nehmen. Freilich setzte dies auch wichtige Fortschritte in der Bergtechnik voraus. In wie weit nun solche im Vergleich zum Altertum gemacht worden waren, zeigt uns die älteste Bergbaukunde, die wir besitzen, zeigt uns GEORG AGRIKOLAS berühmtes Werk: De re metallica, welches 1561 in Basel gedruckt wurde. Die in Verwendung befindlichen Maschinen, die dort in großer Vollständigkeit beschrieben werden, unterscheiden sich zwar kaum von den bereits im Altertum gebräuchlichen, doch zeigt sich in der Tat das Bestreben, die Menschenkraft durch andere weniger kostbare Kräfte zu ersetzen. Da finden wir ein Tretrad, genau wie dasjenige aus der Römerzeit, welches man 1886 in Rio Tinto zutage gefördert hat, wo es zum Wasserschöpfen diente[3]), aber anstatt Menschen gehen Ziegenböcke darin[4]), finden wir Pferde, welche Treibarbeit verrichten[5]), Hunde, welche Schlepperdienste versehen[6]). Es begegnen uns wohl die alten Heronischen Saugpumpen, aber sie werden durch Wasserkräfte

1) GERLAND, Das Handwerk in der Geschichte der Physik. Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Bd. 1, 1909, S 55. FREISE a. a. O. S. 66 beschränkt sich auf die Betrachtung des Gebrauches des Kompasses bei den Chinesen. Seine Entwicklung im Abendlande übergeht er ganz. Noch weniger orientiert zeigt sich von FESTENBERG-PAKISCH, der a. a. O. S. 36 noch das alte Märchen der Erfindung des Kompasses durch FLAVIO GIOJA vorbringt.

2) Nach SOMMFR, Erzbergbau, 1908, Bd. 4, S. 544, wurde mittels Probieren bereitts 1577 der Metallgehalt der Erze bestimmt. Doch war die Genauigkeit, mit der man arbeiten konnte, noch nicht groß. Nach den Probierzetteln der Grube bei Oberramstadt im Odenwald ergab die Probe derselben Erze das eine Mal 10, das andere Mal 23 Lt. Silber.

3) JOH. REIN, Geographische und naturwissenschaftliche Abhandlungen Leipzig 1892, S. 118.

4) ARRICOLA, De re metallica. Basileae 1561. S. 232.

5) Ebenda S. 125. 6) Ebenda S. 126.



betrieben[1]), Ventilationsapparate, aber der Wind muß sie zur Wirkung bringen[2]). Wenn nun auch all diese Einrichtungen, ebensoviele, freilich noch unvollkommene Lösungen der großen Aufgaben der Förderung, Bewetterung und Sümpfung sind, so regten sie doch die Wissenschaft zu Versuchen an, sie vorteilhafter zu lösen.

Von der Beschränkung der Hubhöhe der Saugpumpe auf nur 10 m, für die noch 1638 GALILEI eine unzulängliche Erklärung gab[3]), hatte sich der Bergmann 1561 praktisch bereits frei gemacht[4]), indem er verschiedene Pumpensätze anwendete. Jeder von diesen hob das Wasser in einen 10 m über dem seinigen gelegenen Behälter, aus dem es dann der folgende Satz ebenso weiter beförderte; alle diese Pumpen aber wurden durch ein einziges Wasserrad getrieben. Aber dieses Wasserrad mußte sich am Mundloch des Pumpenschachtes befinden und dieser Bedingung war bei einer dem Grafen SOLMS-BRAUNFELS gehörigen Grube nicht zu genügen. Er wandte sich deshalb mit der Bitte, eine auch für ihn brauchbare Einrichrichtung anzugeben, an den damaligen Marburger Professor DENIS PAPIN und dieser machte ihm den bereits 1685 ausgearbeiteten Vorschlag, neben dem in einiger Entfernung vom Schachte befindlichen Wasserad eine zweistiefelige Luftpumpe aufzustellen, deren einen Stiefel mit der einen, den andern mit der andern Hälfte der Pumpensätze durch Rohrleitungen in Verbindung zu bringen, so das Problem der Arbeitsübertragung auf größere Entfernungen zum ersten Male lösend[5]). Indem er sodann die Fehler des frühesten Entwurfes, die doppelte Rohrleitung und die Beschränkung auf den Betrieb von Pumpen verbesserte, nahm PAPIN 1688 zwei durch ein einziges Bleirohr miteinander verbundene zweistiefelige Luftpumpen, deren Kolbenstangen an einer zweimal gekröpften Welle hingen und erreichte damit neben der Möglichkeit der Sümpfung auch die der Förderung und wenigstens in beschränktem Maße die der Ventilation[6]).

Das Bedürfnis nach einer solchen war aber zu PAPINS Zeiten

1) Ebenda S. 142. 2) Ebenda S. 159ff.

3) GALILEI, Unterredungen und mathematische Demonstrationen, 1. Tag. Ostwalds Klassiker No. 11. Leipzig 1890, S. 17.

4) AGRICOLA a. a. O. S. 145.

5) PAPIN, Description and Use of new contrivance for raising water. Pihlosophical Transactions. XV. Ann. 1685 S. 1274. Auszug in Acta Eruditorum Novemb. 1686. S. 545.

6) PAPIN, Nouvelle Machine pour transporter la force des Rivières dans les lieux fort éloignés. Nouvelle de la Republique des Lettres X. 1688. S. 1308. Acta Eruditorum 1688. S. 644.



in hohem Maße vorhanden, denn AGRICOLAS[1]) „gezeuge, so wetter in die gruben bringen | oder böses herauf ziehen", konnten nur den ersten Zweck und auch diesen nur in recht unvollkommener Weise erfüllen. Sollte doch der über Tage wehende Wind in die Grube abgelenkt werden, und zwar durch recht primitive aus Brettern hergestellte Apparate, deren Wirkung wohl noch durch vier, von Menschenhänden bewegte Schaufeln zu verstärken versucht wurde![2]). Da war es wieder PAPIN, der 1689 durch die Erfindung des jetzt noch in ausgebreitetster Verwendung stehenden Zentrifugalventilators ausreichende Abhilfe schaffte[3]). Erwies sich der neue Apparat auch bald für eine Reihe anderer Zwecke brauchbar, so hat ihn sein Erfinder doch von Anfang an für den Grubenbetrieb bestimmt. Denn am 10. Juli 1704 berichtete[4]) er an LEIBNIZ: „Alles was ich bisher Größeres über den Gegenstand versucht habe, geschah für eine Kohlengrube bei Alendorf[5]), wo die Lampen aus Mangel an guter Luft verlöschen; aber durch Vermittlung des hessischen Gebläses (wie er den Ventilator nannte) hält sich Flamme darin sehr gut".

Nun lag es nahe den Zentrifugalventilator auch zur Zentrifugalpumpe umzugestalten, und diese Idee faßte PAPIN, als er von der völlig unzureichenden Leistung der damals zur Verfügung stehenden Pumpen bei Ausschachtung eines Teiches in der Karlsaue bei Kassel Zeuge wurde. Zum Antrieb der Zentrifugalpumpe aber bedurfte er größerer Antriebskräfte, als Menschenhände ihm zur Verfügung stellen konnten, und so griff er auf eine bereits 1666 der Pariser Akademie der Wissenschaften von HUYGENS vorgelegte Aufgabe zurück, deren Lösung ihn zur Erfindung der Dampfmaschine, zuerst der atmosphärischen, mehrere Jahre später zu der der Hochdruckmaschine führte. In die Zwischenzeit fällt die selbständige Erfindung der Dampfmaschine SAVERYS[6]), deren Zweck ausge-

1) AGRICOLA, Bergwerkbuch Frankfurt a. M. 1580., S. 164 und De re metallica S. 158, wo der Ausdruck nur lautet: De spiritalibus.

2) AGRICOLA, De re metallica S. 162.

3) PAPIN, Rotatilis Suctor et Pressor, Hassiacus. Acta Eruditorum Juni 1689 S. 317.

4) GERLAND, Leibnizens und Huygens Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie des letzteren. Berlin 1881. S. 320.

5) ALLENDORF an der Werra, Die Kohlengrube war wohl die jetzt außer Betrieb gesetzte des in der Nähe von Allendorf gelegenen Meißners.

6) SAVERY, The miners friend. London 1702, vgl. DESAGUILIERS, A cours of experimental philosophy. London 1725. Ins Holländische übersetzt 1751. Amsterdam T. III. S. 80 und MATSCHOSS Entwicklung der Dampfmaschine. Berlin 1908. Bd. I S. 293.



sprochenermaßen die Sümpfung von Gruben war, die aber diesen Zweck nicht erreichen konnte, weil der in ihrem Kessel erzeugte Dampf, auf die Oberfläche des kalten, zu hebenden Wassers treffend, seine Spannkraft einbüßte, indem er sich gerade dann niederschlug, wenn er seine kräftigste Wirkung entfalten sollte. Das ist der Grund, warum nicht sie, sondern die New Comenmaschine dem Kohlenbergbau die Mittel gab, in größere Teufen vorzudringen. NEW COMEN hatte die atmosphärische Maschine PAPINS durch den Sekretär der Royal Society SLOANE kennen gelernt und danach solche von freilich nur geringer Leistungsfähigkeit gebaut. Ein Schaden an dem Kolben einer von ihnen hatte sich durch Einführung der Kondensation verbessern lassen; einer seiner Arbeiter hatte, wie erzählt wird, die Erfindung der Selbststeuerung zugefügt, und so konnte sie mit den Verbesserungen, welche der berühmte Erbauer des Leuchtturmes auf dem Eddystonefelsen, welche JOHN SMEATON an ihr angebracht hatte, viele Jahrzehnte hindurch den Bedürfnissen des Bergbaus genügen[1]).

Mit dem Herabsteigen des Bergbaus in immer größere Teufen erwiesen sich aber weitere Verbesserungen als notwendig. Zu ihrer Einführung sollte wiederum ein Modell einer New Comenmaschine, das 1764 der damalige Glasgower Universitätsmechanikus JAMES WATT wieder in Gang zu bringen unternahm, den Anstoß geben, denn dadurch machte sich der Mann, dem die Dampfmaschine ihre moderne Form verdanken sollte, genauer mit ihrer Einrichtung bekannt[2]). Seitdem war es trotz des Mangels an den nötigen Mitteln, mit dem er lange genug zu kämpfen hatte, sein unablässiges Bestreben, die Dampfmaschine von den ihr anhaftenden Mängeln zu befreien, und obgleich sich seine Lage besserte, nachdem er in die Fabrik des vermögenden MATTHEW BOULTON in Soho bei Birmingham eingetreten war, so wurde beiden, zu gemeinsamer Arbeit verbundenen Männern doch erst der klingende Lohn zuteil, nachdem die Maschine so weit gefördert war, daß sie allen Ansprüchen der Grubenleiter und Grubenbesitzer genügte. Nun war an ihr der Kondensator gesondert vom Zylinder oder Kessel angebracht der Zylinder war mit einer wärmedichten Hülle umgeben, der Dampf wirkte abwechselnd, auch mit Expansion, auf beide Seiten des Kolbens, dessen Wasserdichtung eine zweckmäßigere ersetzte, das Parallelogramm sicherte die Bewegung in gerader Linie, der

1) MATSCHOSS a. a. O. I. S. 312.

2) AD. ERNST, James Watt und die Grundlagen des modernen Dampfbetriebs, Berlin 1897, S. 11.



Schwungkugelregulator drehte seine auf- und abtanzenden Kugeln, der Indikator, dessen Wichtigkeit freilich erst später voll erkannt wurde, ließ den Gang der Maschine überwachen, und die Kurbel verwandelte die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in die kreisförmige des Schwungrades. Mit der Kurbel freilich sollte WATT unangenehme Erfahrungen machen. Bei der großen Einfachheit des bereits öfters angewendeten Maschinenteils hatte er sie nicht für patentfähig gehalten; ein geschickter Mitbewerber des Sohoer Meisters erbat und erhielt ein Patent darauf und hinderte dadurch WATTS Bewegungsfreiheit, so daß dieser die Kurbel eine Zeitlang unter der weniger einfachen Form von Planetenrädern verbergen mußte[1]). Es ist bezeichnend, daß noch 1787 SMEATON vor Anwendung der Kurbel gewarnt und es vorgezogen hatte, mittelst der Dampfmaschine Wasser auf ein Rad zu pumpen und so die Umwandlung der Bewegung vorzunehmen[2]), ein Vorschlag, den bereits am Anfange des Jahrhunderts der Landgraf CARL VON HESSEN-CASSEL seinem damaligen Rate PAPIN gemacht hatte, der aber von diesem nicht verwirklicht worden war[3]).

Und nun trat die Dampfmaschine ihren Siegeslauf durch die Welt an. 1777 stellte man die erste in Paris auf, freilich mit ungenügendem Erfolge, da man die Expansion nicht anwendete und für den Wärmeschutz des Zylinders nicht sorgte. Besser arbeitete die erste in Deutschland errichtete, die bergbaulichen Zwecken diente. Sie hat FRIEDRICH DER GROSSE durch den damaligen Bergassessor BÜCKLING 1785 bei Hettstedt im Mansfeldischen aufstellen lassen und bedeutungsvoll genug, ihre Kosten aus dem Melioriationsfond seines Landes bestritten. Bis 1848 ist sie in ununterbrochener Tätigkeit geblieben.[4])

So hat die Anregung, welche der Bergbau gab, der gesamten Technik den größten Dienst erwiesen, aber auch die Wissenschaft ist dabei nicht leer ausgegangen. War doch WATT's Arbeiten keineswegs ein bloßes Tasten! Er begann vielmehr mit der Untersuchung der Abhängigkeit der Spannkraft des Wasserdampfes von der Temperatur, und so einfach auch die Mittel waren, mit denen er die dazu nötigen Untersuchungen anstellte, so unterscheiden sich doch seine Ergebnisse[5]) nur wenig von denen, welche viel

1) MATSCHOSS a. a. O. I. S. 359.
2) ERNST a. a. O. S. 62.
3) GERLAND a. a. O. S. 343.
4) MATSCHOSS a. a. O. S. 149ff.
5) ERNST a. a. O. S. 21.

später MAGNUS und REGNAULT vorlegten, deren auf ganz verschiedenen Wegen erhaltene Werte, um ihrer vollkommenen Übereinstimmung willen, stets den wahren Werten gleich geachtet worden sind [1]).

Aber auch der damals schon durch sein Alter ehrwürdige Harzer Bergbau sollte seinen Teil an solchen Fortschritten haben. Der Ruhm WATT's war längst in aller Munde, als es gelang, aus den hinterlassenen Papieren LEIBNIZENS die Pläne zu entnehmen, welche bereits viele Jahre vor der Einführung der Dampfmaschine in den Bergwerksbetrieb der Hofrat des damaligen Herzogs von Hannover gefaßt hatte, um dem Mangel an Aufschlagwasser in den Graben zum Clausthal und damit der immer größeren Schwierigkeit, sie zu sümpfen, abzuhelfen. Versuche, welche er im Jahre 1680 auf dem Katharinenschachte des Burgstädter Zuges mit der Kraft des Windes als Treibkraft anstellte, hatten ebensowenig, wie die ersten Versuche seines Zeitgenossen PAPIN, Erfolg, weil die damalige Technik dafür noch nicht reif war. Da er aber diese Versuche in voller Öffentlichkeit angestellt hat, so sichern sie ihm ebenso die Priorität der damals erprobten Erfindungen, als wenn er sie durch den Druck bekannt gemacht hätte. Und diese Erfindungen waren so wertvoll, daß wir sie jetzt überall in Verwendung sehen, sind es doch die Kegelform der Fördertrommel, der Gewichtsakkumulator, die doppelt wirkende Gebläsemaschine und die Einrichtung, eine Maschine im Gange zu erhalten, auch wenn der geometrische Zusammenhang ihrer Teile für längere oder kürzere Zeit unterbrochen wird.[2]) Seinen ursprünglichen Plan zu verwirklichen, der ohne Schwierigkeit auch damals schon ausführbar gewesen wäre und der nach der Mitteilung des Berghauptmanns VON TREBRA [3]) darin bestand „die von den Kunsträdern abgefallenen Aufschlagwasser in einem unter ihnen liegendem Behälter zu sammeln und aus diesem durch Windmühlen in einen anderen oben liegenden Behälter zurückheben zu lassen, woher sie auf die Kunsträder genommen waren", ist ihm durch die besondere Ungunst der Verhältnisse versagt geblieben.

Trotz seiner verblüffenden Einfachheil hat dieser Vorschlag LEIBNIZENS für uns ein ganz besonderes Interesse. Deutet er doch auf das große Prinzip hin, das je länger, je mehr als die Grundlage

1) MAGNUS. Poggendorffs Annalen. Bd. 61, Leipzig 1844, S. 225 und REGNAULT Mémoires de l'Academie française T. XX. Paris 1847.

2) GERLAND. Leibnizens nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhaltes. Leipzig 1906. S. 181 ff.

3) v. TREBRA, Bergbaukunde Bd. I. Leipzig 1789, S. 312.

alles Bestehenden erkannt worden ist, auf das Prinzip der Erhaltung der Energie! Und das ist kein Zufall; denn LEIBNIZ ist der erste gewesen, der es zuerst in allgemeiner und scharfer Fassung aussprach[1]) und so hat auch seine Entdeckung wenigstens Beziehung zum Bergbau. Enger verknüpfen seine Anwendungen mit ihm. Beruhen diese in unseren Tagen doch durchaus auf jenem ebenso geheimnisvollen wie wichtigen Etwas, dem man in neuester Zeit das Wesen abgesprochen hat, weil es mit nichts anderem verglichen und also definiert werden könne, weil es das Wesen aller übrigen Naturkräfte ausmache,[2]) auf der Elektrizität. „Die Arbeitsübertragungen in beliebige Entfernungen auf elektrischem Wege, der Betrieb von Fördermaschinen mit ihren für den elektrischen Antrieb schier unüberwindlichen Schwierigkeiten, das unvermittelte Abscheiden der Metalle aus ihren Erzen, die Signalgebung über und unter Tage, das sind einige von den so überaus wichtigen Aufgaben, zu deren in heißer Arbeit erzielter, wenn auch oft schwer begreifbarer Lösung der Bergbau die Wissenschaft angeregt hat, und wenn man nicht dessen völlige Unschuld an der Entwickelung der drahtlosen Telegraphie und der Eroberung der Luft zugeben müßte, so dürfte man behaupten, daß ohne das Bestreben zur Befriedigung seiner Bedürfnisse die angewandte Physik und die Technik unserer Tage sich nicht zu der Höhe aufgeschwungen haben würden, welche wir heute bewundern.

Hochansehnliche Versammlung, die Fortschritte der Kultur in den Jahrtausenden, welche das Menschengeschlecht auf der Erde gesehen haben, zielten ohne Ausnahme dahin, die Schranken, welche ihm die Natur gesteckt hatte, zurückzuschieben. Wo früher Sklaven unter übermenschlicher Anstrengung ihr Leben aushauchen mußten, da treiben jetzt durch Vermittlung der Elektrizität weit entfernte Wasser-, Dampf- und Gaskräfte Bohr- und Schrämmaschinen, fördern das Gut und die Arbeiter, die nun nur noch mit der Beaufsichtigung der Maschinen betraut werden müssen[3]). Mit der Verantwortlichkeit muß auch das Bewußtsein der Verantwortlichkeit wachsen und so sollte man meinen, daß die

---

1) A. E. HAAS, Die Begründung der Energetik durch Leibniz. Annalen der Naturphilosophie. Bd. VII. 1901, S. 386.

2) HANS WITTE, Vom Wesen der Elektrizität. Elektrotechnische Zeitschrift 30. Jahrgang. Berlin 1909, S. 1137 und 1170.

3) Hierüber hat KAMMERER gelegentlich des 53. Stiftungsfestes des Vereins deutscher Ingenieure im Berliner Bezirksverein unter dem Titel: Ersatz des Handlangers und die Maschine im Bergbau einen interessanten Vortrag gehalten.



erreichte Kulturhöhe das Dichterwort zur Wahrheit gemacht haben würde:

Jeder freut sich seiner Stelle,
Bietet dem Verächter Trutz!

Wir wissen alle, daß dem nicht so ist. Mit der Kultur ist auch die Begehrlichkeit gewachsen und so stoßen sich nach wie vor hart im Raume die Sachen. Zu den Feinden, die ringsum unser Vaterland von außen bedrohen, haben sich größere innere Gefahren gesellt. Trotzdem haben wir keinen Grund zu verzagen. Der Tag, den wir heute festlich begehen, erinnert uns daran, daß unser Kaiser diese Gefahren voll erkannt hat, daß er jeder Zeit auf der Hut ist, ihnen zu begegnen. Und besonders wollen wir eingedenk sein, daß er nicht am letzten dem Bergbau und den ihn Ausübenden sein landesväterliches Wohlwollen bewiesen hat, und so lassen Sie uns unserem obersten Bergherrn unsern Dank entgegenbringen in dem Ruf:

Seiner Majestät,
dem Deutschen Kaiser und König von Preußen Wilhelm II.,
Glückauf!



Kleinere Mitteilungen.

Das Kräuterbuch des P. A. Matthiolus 1563—1586.

Mitteilung von Archivar a. D. F. W. E. ROTH.

PETER ANDREAS MATTHIOLUS aus Siena gebürtig, machte sich um die botanische Wissenschaft sehr verdient durch Herausgabe und Erläuterung des Dioscorides in lateinischer, französischer und italienischer Sprache, wenn er auch damit eigentlich nur ein botanisch-medizinisches Compendium des Wissens seiner Zeit schuf. Seine lateinisch geschriebene epitome de plantis utilissima gab nach dem Tode MATTHIOLIS (1577) J. CAMERARIUS neu heraus 1586, eine deutsche Übersetzung war bereits zu Lebzeiten des Verfassers 1563 erschienen. Übersetzer und Herausgeber war DR. GEORG HANDSCH. Diese Originalübersetzung hat den Titel:

New Kreutterbuch | Mit den allerschönsten vnd artlichs-|ten Figuren aller Gewechß, dergleichen vor-|mals in keiner sprache nie an tag kommen. | Von dem Hochgelerten vnd weit- berümbten Herrn Doctor Petro Andrea Matthiolo, Kö. Kay: May: Rath, auch derselben, vnd Fürstlicher Durchleuchtigkeit Ertz-|hertzog Ferdinanden etc. Leibdoctor. Erstlich in Latein | gestellt Folgendts durch Georgium Handsch., der | Artzney Doctorem verdeutscht, vnnd endtlich | zu gemeinem nutz vnd wolfart, Deut-|scher Nation in druck | verfertigt. | Gezieret mit vilen feinen newen experimenten, künstlichen | Distillieröfen, dreyen wolgeordneten Registern, vnd anderer | nützbarkeit, wie auß der Vorrede, zu ersehen. | Gedruckt zu Prag, durch Georgen Melantrich von Abenstein, auff | sein vnd Vincentii Valgriß Buchdruckers zu Venedig vncosten. | M. D. LXIII. | Mit Röm. Kay. May. Freyheit vnd Priuilegien. | Titelrückseite Druckprivileg K. Ferdinands: Prag 24 September 1562. Es folgt die Widmung an K. Ferdinand I.: Cometau VIII Kalendas Februarias 1563, sodann das Brustbild des Matthiolus.

Folio, mit Abbildungen.

Ein am Ende defektes Exemplar in der SENCKENBERG'schen Bibliothek zu Frankfurt a. M.

Dieses Werk hatte als Kompendium einen solchen Erfolg nnd ward als volkstümliche Lesung derart beliebt, daß es trotz der großen Auflage 1586 neu aufgelegt werden mußte und auch gegenüber den Ausgaben der Kräuterbücher des JAKOB THEODOR als das beliebteste Kräuterbuch des 16. Jahrhunderts bis tief ins 17. Jahrhundert hinein in verschiedenen Auflagen den Markt zu sichern wußte. Die 1586 besorgte Ausgabe hat den Titel:



Kreutterbuch | Dess Hochgelehrten vnnd | weitberühmten Herrn D. Petri Andreae | Matthioli, Jetzt widerumb mit viel schönen neuwen | Figuren, auch nützlichen Artzeneyen, vnd andern guten | stücken, auss sonderm fleiss gemehret, vnd verfertigt | Durch Joachimum Camerarium, | der löblichen Reichsstatt Nürm-|berg Medicum, Doct. | Sampt dreyen wolgeordneten nützlichen Registern, | Der Kreutter Lateinische vnd Deutsche Namen, vnd dann | die Artzeneyen, darzu dieselbigen zu gebrauchen, | jnnhaltendt. | Mit besonderem Röm. Kays. Maiest. Priuilegio, | in keinerley Format nachzudrucken | Gedruckt zu Franckfort am Mayn, | M. D. LXXXVI. | Die Zeilen 2, 3, 8, 11, 15, 17 und 18 Rotdruck. Mit Randeinfassung in Holzschnitt von J. Amann mit dessen Monogramm. Die Titelrückseite leer.

Blatt 2r Widmung: dem Durchleuchtigsten, Hochgebor-|nen Fürsten vnd Herrn, Herrn Christiano, Hertzogen zu Sachsen, | dess Heyligen Römischen Reichs Ertzmarschalck vnd Churfürsten, Landgraffen | in Düringen, Marggraffen zu Meissen, vnd Burggraffen zu | Magdeburg, Meinem gnedig-|sten Herrn. | Datum Nürmberg, den letzten Februarij 1586. Joachimus Camerarius. D.

Blatt 4r steht die Widmung des Matthiolus: Invictisssimo potentissimoque Romanorum imperatori Caesari semper augusto Ferdinando primo etc. serenissimis et illustrissimis Maximiliano Romanorum et Boemiae regi etc. sacri Romani imp. electoribus Ferdinando et Carolo Austriae archiducibus ac caeteris universae Germaniae principibus dominis meis clementissimis. — Cometoviae VIII Kalendas Februarias, anno a Christo nato M. D. LXIII. Petrus Andreas Matthiolus.

In dieser Widmung finden sich nachstehende für die Biographie des Matthiolus belangreiche Stellen:

Non defuerunt etiam alii, qui missis raris ac peregrinis plantis in contexendo tam magno opere me plurimum iuverunt. Sed praesertim assiduam pro nobis in hoc navavit operam clarissimus doctissimusque Jacobus Antonius Cortusius, patritius Patavinus. a quo (quae sua fuit liberalitas ac beneficentia) complura ad me missa sunt plantarum genera ipsaque rara et paucis admodum nota. Nec minus mihi celebrandus est vir clarissimus et rei plantariae indagator acerrimus Ulysses Aldrovandus Bononiensis, cuius in me iuvando promptitudinem non possum sane paucis explicare. Nec praetermittendus est Franciscus a Calzolatiis pharmacopaeus Veronensis, quin etiam nec Cecchinus Martinellus Ravennas, quod his Damasco Syriae, ille vero Verona, nonnullos ad me raras miserint plantas et complures mittendas promittant. Postremo modis omnibus laudandus et promovendus est, invictissime Caesar et serenissimi ac illustrissimi principes, excellen. artium et medicinae doctor Georgius Handschius a Limuso, quippe qui in totius Germaniae utilitatem ac decus herbarium hoc a me nunc primum latine scriptum tam accurate diligenterque et ad sententiae nostrae aemulationem in Germanicam linguam transtulit, ut a compluribus Germaniae praeclaris medicis aliisque nonnullis linguae Germanicae peritis eius interpretatio approbata collaudataque fuerit. In quo conficiendo consummandoque opere nullis unquam pepercit laboribus, studiis et vigiliis tam in plantarum nomenclaturis, conquirendis pervestigandisque et in opere ipso vertendo, quam in triplici indice conficiendo, quin etiam in toto volumine castigando a typographorum erroribus, eoque praesertim tempore, quo ingens pestis Pragae grassabatur, non sine magno sui ipsius vitae periculo. Sed tanta fuit illi iuvandae Germaniae cupiditas ac promptitudo, ut omnibus vitae periculis potius se exponendum putaverit, quam ab incepto opere desistendum, adeo ut is merito dignus sit promoveri, cum a Caesarea maiestate tua, Caesar invictissime, tum a celsitudinibus vestris, serenissimi et illustrissimi principes, perpetuo foveri. Huc accedit, quod praetermittere neque Georgii Melantrichii



ab Aventino civis et typographi Pragensis laudanda sedulitas ac diligentia, siquidem is nec sumptibus nec laboribus pepercit unquam non solum in ipso evidendo volumine in tempore praesertim calamitoso et incerta fere fortuna, sed etiam in conquirendis variis typorum generibus ad hoc tantum opus conficiendum idoneis, quinetiam in caeteris omnibus, quae ad optimos spectant typographos. Sed de his hactenus. (Blatt 7r).

(Blatt 8r). Die Vorred an den günsti-|gen Leser.“ | lautet: Günstiger lieber Leser, die sondere lieb vnd grosse neigung, die ich von jugendt auff zu dem studio herbariae als dem jenigen, welches nicht allein sehr lieblich vnd anmutig, sondern auch fürnemlich einem Medico zu wissen von nöten ist, getragen hab vnd noch trage, hat mich verursacht, dass ich jederzeit mich beflissen hab, nach allem, so zu erkandtnuss vnd erweitterung dessen dienen möcht, mit sonderm fleiss, mühe vnd arbeit zu streben, vnd darzu meinem vermögen nach kein unkosten zu sparen Derwegen auch, als ich vor etlichen jaren auss sonderer freundtschafft vnd vergünstigung dess Ernwerten vnd hochgelehrten H. Casparis Wolffii Medici zu Zürch etc. die angefangene weitleufftige vnd gantz mühsame Opera botanologica des weitberümten vnd hochgelehrten H. Conradi Gesneri seligen zu meinen henden gebracht, were ich wol gesinnet gewesen, diese nützliche arbeit, welche noch nur hin vnd wider allein in cartis dispersis von jhm verzeichnet vnd colligirt ist worden, sampt meinen vnd anderer mehrer nützlichen observationibus in ein gute ordnung zu bringen vnd in Lateinischer Sprach an tag zu geben. Aber so haben viel andere gescheefft vnd vrsachen dieses mein fürnemen nachmals etwas verlengert und verhindert, jedoch dergestallt, dass ich gentzlich nicht bedacht bin, von demselbigen (wils Gott) abzulassen, sondern alsbald es müglich seyn, vnd ich gelegenheit haben würdt, alles mit vleis zu vollenden. Vnter dess aber, dieweil in gemeltes H. Gesneri seliger bibliotheca herbaria etliche Kreuter Figuren zum theil schon geschnitten, zum theil allein gerissen, vorhanden gewesen, Haben viel meiner guten Herrn vnd freundt vnd auch etliche furneme personen mich erinnert vnd gebeten, dass ich den vberigen rest, welcher gleichwol noch ein zimlich anzal gewesen, auch solte verfertigen, vnd mit denselbigen zu einem guten anfang das Deutsche Kreutterbuch dess Hochgelehrten H. Matthioli seligen, dieweil es ein grosse nachfrag hett, vnd keine exemplaria mehr zu finden weren, widerumb auff ein newes, mit vielen guten stücken gemehret drucken lassen.

Wiewol ich aber zu solchen Deutschen editionibus durchaus nicht sondern lust habe, vnd viel lieber meine eigene sachen dann anderer scripta tanquam alienos partus zu elaborirn bedacht gewesen, weiss auch wol, dass allerley meinung vnd vrtheil von diesem Buch werden furlauffen, jedoch, dieweil ich solchs nicht hab können andern leuten wol abschlagen vnd jederman zu dienen vnd wilfaren mich schuldig erkenn, bin ich guter hoffnung, es werden desto ehe diese newe edition guthertzige Leut im besten auffnemen vnd jhnen gefallen lassen. Darumb auch für mein person ich zum höchsten wil gebeten haben. Was aber für vielfaltige mühe, stetiger fleiss vnd emsiges auffsehen hierinn angewendet hat müssen werden, fürnemlich von wegen der Reisser vnd Formschneider, welche der mehrertheils nach jhrem gutdüncken vnd zufall offtermal solche werck verrichten wollen, vnd viel mehr auff die zierligkeit, dann natürliche eigenschafft der gewechs sehen, oder auch offt auss hinlessigkeit solche depravirn vnd verderben, gibt die tägliche erfahrung bey denen, die mit jhnen stetig müssen vmbgehen vnd jhr bedörfftig seyn.

Dieweil ich dann auss verhindernuss anderer gescheefften vnd verschienen zeit vielfaltigen verreisens nicht alzeit gegenwertig, wie ich gern gewölt, bey gemelten



Künstlern hab bleiben, vnd jhnen bey wohnen können, hat schwerlich verblieben mögen werden, dass nicht zu weilen von jhnen etwas versehen, vnd ein Kraut zu starck, das ander aber zu zart gemacht sey worden. Derwegen ich auch nicht hab vmbgehen wöllen, etliche fürneme mengel, alhie dem Leser fürzustellen, als vngefährlich möchten die nachvolgenden seyn." — Blatt mit Signatur J 111 — J 111 2 steht eine Nachrede: Georgius Handsch von Lymus D. | Zum Leser. | Das Nachstehende hat für Geschichte der Ausgabe Interesse:

Vnd darmit ich nun auff diss gegenwertige Buch komme, sol der gütige Leser wissen, dass nach dem der Hochgelehrte vnd Weitberühmte ja besonder Liebhaber dess gemeinen Nutz vnnd erkündiger der Hochlöblichen Kreutterkunst Herr Doctor Petrus Andreas Matthiolus etc. vor etlichen Jahren Lateinische vnd Welsche Commentaria in Dioscoridem geschrieben, die abbildung der Kreutter in kleinen Figuren darzu gesetzt, vnd im druck hat aussgehen lassen, und dieselben Bücher in Welschen vnd andern Landen Europae, ja auch zum Theil in Asia in so grossem schwanck vnnd kauff gegangen, dass sie offtmals von neuwem gedruckt vnnd von dem ersten druck an biss auff diese zeit vber die zwey vnd dreyssig tausendt Exemplar verhandelt sind worden, wie solchs der Drucker selbst bezeugt. Vnd hat zwar dieser wolverdienter Mann bey allen gelehrten sein billich lob vnd preiss, welchs sie jme sichtlichen jren aussgangenen Büchern selbst nachrühmen. Durch solche gunst vnd wolhalten auch durch embsiges ansuchen vnd begeren viele' tapffern Leute ist er bewegt vnd verorsacht worden, dass er die Figuren der Kreutter auffs new in grosser Form vnd auff die aller schönste art, wie allhie vor Augen, hat lassen abconterfeyen, die darnach in vielen Sprachen möchten gebraucht werden. Dieweil ihm aber zu diesem furhaben die fürnemmesten Potentaten dess Reichs deutscher Nation mit gnedigstem fürschub fürderlich vnd behülfflich sind gewesen, hat er auch dahin getrachtet, auff dass solche Figuren furnemlich dem Deutschen Land zu gute kemen Hat also ein new Kreutterbuch im Latein mit höchstem fleiss zugericht, vnnd verdeutschen lassen, darinnen obgemeldte Figuren allerhandt Bäume, Stauden, Hecken vnnd Kreutter eyngeleibt, sampt eygentlicher vnd gründtlicher beschreibung jrer Namen vnterschiedt gestallt, stell, zeit, natur, krafft vnd wie dieselbigen zu erhaltung vnd furderung dess Leibs gesundtheit vnd anderer nutzbarkeit zu brauchen sind, nicht allein auss den allerbesten Schrifften der alten Lehrer herbey bracht, sondern auch, was er auss eygener vielfaltiger erfahrung warhafftig erfunden, allenthalben mit eyngeführt. Auch sind viel gewechse mit eyngepflanzt vnd beschrieben, so noch in keinem Kreutterbuch bisher aussgangen, als ein jeder wol warnemmen mag, so er diss Buch gegen andern hellt. Die disputationes, so dem gemeinen Mann zu wissen nicht dienlich noch nöthig sind, hat er vberschritten vnd aussgelassen, vnnd die blosse Warheit dargethan. Die ordnung der Kreutter belangendt wirt die ordnung Dioscoridis gehalten, allein dass etliche gewechss, so vom Dioscoride nicht beschrieben, hin vnd wieder an bequemlichen orten mit vntergemischt sindt. Die ordnung des Textes ist also abgetheilt, daran ime jederman mag genügen lassen, Im ende dess Buchs hat auch obgemeldter Herr Matthiolus etliche künstliche Distillieröfen mit zugehörendem zeug vnd kurtzem bericht dargestellt.

Was die Dolmetschung antrifft, hab ich mich zwar dieser mühseligen arbeit vnderwunden, aber nicht auss eygenem wilen oder vermessenheit, dann ich mich allwegen viel zu gering darzu geachtet, sondern dieweil der Author solches von mir zum mehrermal begert, vnd keins wegs hat wöllen ablassen, habe ich endtlich dareyn verwilligt, vnnd diss Buch aus dem Latein ins Deutsch bracht,



nach meinem höchsten fleiss vnd vermögen, wiewol auffs schlechste vnd einfeltigste, etc.“

Die Beschreibung des Drucks abschließend steht auf der Rückseite des letzten Blattes: Gedruckt zu Franckfurt am Mayn, | in vmlegung Sigmund Feyerabends, Peter Fischers, | vnd Heinrich Dacken. | Druckermarke: drei Frauen. | M. D. LXXXVI.| folio, 8 n. gez. Blätter:):(II,):(III,):(4,):(5, Titel, Widmung und Vorwort enthaltend + 460 gez. Blätter mit den Signaturen A—Z IIII, alle Quaternionen, Aa—Zz IIII desgleichen, Aaa—Zzz IIII desgleichen, Aaaa—Gggg IIII desgleichen, Hhhh—Hhhh III, Jiii—Jiii II + Register: Kkkk—Kkkkz, — Qqqq—Qqqqz, Rrrr—Rrrr2.

Mainz Stadtbibl., Luxemburg Stadtbibl.

Es erschienen noch folgende Auflagen: Frankfurt a. M. 1590 folio. (Mainz, Stadtbibl., Frankfurt. a. M. 1611 folio. (Frankfurt, SENCKNBFRG'sche Bibl., Frankfurt a. M. 1626 folio. (Frankfurt, SENCKENBERG'sche Bibl.), Basel 1673 folio (Frankfurt, SENCKENBERG'sche Bibl.), Basel 1673 folio. (Mainz. Stadtbibl.). — Letztere Auflagen besorgte BERNHARD VERZASCHA [1]).

1) Über Mathiolus (Pierandrea Mattioli) vgl. Meyer, Gesch. d. Botanik IV, S. 366f.

Berichtigung

zu meinem Artikel über einige archimedische Postulate[1]).

Von H. G. ZEUTHEN (Kopenhagen).

In meinem Artikel in der MORITZ CANTOR gewidmeten Festschrift S. 28—35 sage ich S. 32: „Es ist wirklich nur eine Gelegenheit, die er ergreift; denn in den folgenden Untersuchungen über krumme Flächen wird kein Gebrauch von der Abmessung der krummen Linien und den dafür besonders geltenden Postulaten gemacht. . . . Daher können wir auch aus der Schrift dasjenige, was krumme Linien betrifft, entnehmen“ [1]).

Das ist nicht richtig. Der Satz 3 des Archimedes, der die Annäherung der Umfänge der einem Kreise ein- und umbeschriebenen Vielecke betrifft, ist vielmehr so geformt, wie er ihn später im Beweise des Hauptsatzes 33 über die Kugelfläche benutzt, und ähnliches gilt vom Satze 4.

Dadurch fällt etwas weg, das ich als verstärkendes Moment meiner Beweisführung benutzt habe. Die hervorgeführten Sätze und Betrachtungen von Archimedes reichen jedoch an und für sich hin, um meine Auffassung seiner Postulate zu bestätfgen.

S. 34, Z. 32 findet sich ein Druckfehler. Der zitierte Satz von Euklid ist I_2.

1) Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik, Bd. I, S. 325—337.

Notiz.

Herr Dr. ARTHUR ERICH HAAS in Wien ersucht uns, den Lesern mitzuteilen, daß in seinem Aufsatze der Cantor-Festschrift einige Ungenauigkeiten in der Schreibweise der Eigennamen (wie „Chalcidios“, „Confucios“) ohne sein Wissen durch nachträgliche Änderung während des Druckes entstanden sind.



Ole Römer und das Thermometer[1])

von

DR. KIRSTINE MEYER, GEB. BJERRUM.

Die ersten Thermometer, welche die Temperatur unabhängig vom Luftdruck angeben, erhielt man in der letzten Hälfte des 17. Jahrhunderts, aber erst FAHRENHEIT gelang es um 1710, die Aufgabe zu lösen, diese Thermometer mit solchen Skalen zu versehen, daß ihre Angaben übereinstimmten; diese Thermometer wurden sehr bewundert und bezeichneten einen außerordentlichen Fortschritt. Es scheint mir daher der Versuch von Interesse, nachzuweisen, daß OLE ROEMER diese Aufgabe bereits vor FAHRENHEIT gelöst hat, und daß FAHRENHEIT die Methode von ROEMER entlehnt hat. Ich hoffe, daß das Folgende diese Behauptung rechtfertigen wird. Es ist um so mehr wünschenswert zum Ruhme OLE ROEMERS etwas beitragen zu können, als ein böses Geschick über der Veröffentlichung seiner wissenschaftlichen Leistungen gewaltet hat. Wie von HORREBOW dramatisch beschrieben, gingen bei der Kopenhagener Feuersbrunst 1728 ROEMERS Tabellen über seine astronomischen Beobachtungen zugrunde, und die vielen Pflichten, die er zum Besten seiner Mitbürger auf sich genommen hatte, hinderten ihn, über seine Arbeiten eine Mitteilung drucken zu lassen.

Aus ein paar vereinzelten Äußerungen in der wissenschaftlichen Literatur des 18. Jahrhunderts, auf die ich zufällig stieß, konnte ich sehen, daß OLE ROEMER sich wahrscheinlich mit der Konstruktion von Thermometern beschäftigt hat, und daß zwischen ihm und FAHRENHEIT eine gewisse Verbindung bestanden hat. Ich werde später auf diese Äußerungen zurückkommen; sie bewirkten, daß ich in Kopenhagener Bibliotheken und Archiven nach Spuren von ROEMERS Arbeiten auf die Suche ging. Zuletzt suchte ich in der Universitätsbibliothek, da ich glaubte, annehmen zu dürfen, daß die ROEMER-

1) Siehe: KIRSTINE MEYER, Temperaturbegrebets Udvikling gennem Tiderne og dets Forhold til vekslende Anskuelser om Varmens Natur. Köbenhavn. 1909. (Habilitationsschrift).



schen Papiere, die im Besitze dieser Bibliothek gewesen waren, durch die Feuersbrunst von 1728 vernichtet worden seien. Indessen fand ich eben dort, was ich suchte. Dort finden wir nämlich ROEMERS „Adversaria“ als Manuskript in einem Sammelband größtenteils in lateinischer Sprache geschrieben. Eine Bemerkung auf der letzten Seite zeigt, wie das Buch in den Besitz der Bibliothek gekommen und dadurch 1728 dem Feuer entging, daß ROEMERS Witwe, die TH. BARTHOLIN geheiratet, es damals noch besaß; sie schenkte es 1739 der Bibliothek. Die diesbezügliche Bemerkung ist auf Dänisch abgefaßt und sagt: „Da mein erster Gatte OLAUS ROEMER Sel. diese cahiers in Pergament hat heften lassen, möchte ich annehmen, daß er sie selbst als von einiger Importance erachtete, weshalb ich dieses Volumen in der Bibliotheca Academica geborgen wissen möchte unter anderen Manuskripten, damit jemand darin, wie zu vermuten, etwas Nützliches finden könnte.

E. M. BARTHOLIN
Witwe von TH. BARTHOLIN SEL.
in octobre 1739“

Das Buch enthält einen ganzen Abschnitt über das Thermometer und außerdem ein paar vereinzelte Mitteilungen über Temperaturmessungen, von denen später. ROEMERS Einrichtung des Thermometers scheint mir von großem Interesse; er ist offenbar der erste, der Thermometer mit den zwei festen Punkten Temperatur von Tauschnee (nix sine gelu et calore) und Siedepunkt von Wasser und mit Einteilung der Röhre in gleich große Raumteile konstruiert hat. Der Zeitpunkt, wann dies geschah, läßt sich teils nach ROEMERS eigenen, teils nach HORREBOWS Bemerkungen zu ungefähr 1702 ansetzen. Seite 131b findet sich eine Hinweisung auf einen Aufsatz von AMONTONS, Mém. de l'Acad. Royale des Sciences 1703, pag. 200. Dieser enthält einen Vergleich zwischen AMONTONS' und NEWTONS Angaben derselben Temperaturen, und ROEMER macht sich einen kurzen Auszug aus der Vergleichstabelle. Danach fügt er hinzu: „Beobachtung von beginnendem Frost und vom Kochen des Wassers scheint mir im höchsten Grade geeignet (zum Gebrauch) bei der Konstruktion und Einteilung eines universellen Thermometers, da ersterer Punkt hinlänglich bestimmt ist und letzterer meiner früheren Ansicht zuwider Vertrauen verdient und nach den übereinstimmenden Beobachtungen und zuverlässigen Versicherungen der Franzosen, kochendes Wasser könne, nachdem das Kochen angefangen, seine Wärme nicht vermehren“. ROEMER scheint also 1703 über das



Prinzip im klaren zu sein. HORREBOW hat an einigen Stellen in den „Adversaria“ einige Bemerkungen angebracht, aus denen hervorgeht, daß ROEMER seine Thermometer ca. 1702 verfertigte. Er schreibt: [1])

„1741 am 10. April fragte ich ROEMERS Witwe, wann er die fünf Thermometer gemacht habe[2]). Sie antwortete, sie seien in ihrer Gegenwart gemacht worden, sie könne sich jetzt aber keiner gleichzeitigen Begebenheit entsinnen, durch welche die Zeit bestimmt werden könnte; ROEMER habe aber zu der Zeit wegen eines Beinbruchs nicht ausgehen können. Somit war es vor 1703, in welchem Jahre ich im Juni auf ROEMERS Observatorium kam; denn RUMOHR, JOHN und andere Diener[3]) (Hausgenossen) erzählten, er habe an einem Wundfieber nach einem Beinbruch gefährlich krank gelegen.

Am 17. April kam ROEMER's Witwe zu mir und sagte, nun wisse sie bestimmt, daß diese Thermometer 1702 gemacht worden seien.“

Der Abschnitt der Adversaria, der von Thermometern und dgl. handelt, geht von 113b bis 118b — indem ich die erste Seite eines Blattes mit a, die zweite mit b bezeichne — umfaßt also elf Seiten. Der erste Abschnitt heißt: „Von der Messung von Glasröhren zu Thermometern“. Die ersten 1½ Seiten bringen eine Lösung der Aufgabe, Thermometer von verschiedenen Dimensionen der Kugel und Röhre so einzuteilen, daß diese Einteilungen übereinstimmen, d. h. daß z. B. das Volumen von den 10 Teilchen überall in demselben Verhältnis zum Volumen des Behälters steht. Den Durchmesser der Röhre findet er mittels eines Quecksilbertropfens; diesen bringt er in der Röhre an und mißt seine Länge; sodann wägt er ihn und berechnet seinen Rauminhalt, indem er davon ausgeht, daß ein Kubikfuß Quecksilber 837 Pfund wiegt. Daraus sehen wir, daß er das spezifische Gewicht von Quecksilber zu 13½ ansetzt, denn in dem Maßsystem, das ROEMER damals gebrauchte, ist das Pfund so berechnet, daß ein Kubikfuß Wasser 62 Pfund wiegt. Wenn nun Länge und Rauminhalt des Tropfens bestimmt worden sind, berechnet er den Durchmesser des Tropfens und somit den der Röhre auf der Strecke, wo der Tropfen liegt. Daß ROEMER sich in diesem Zusammenhang mit diesem Problem beschäftigt,

1) Adv. S. 118b.

2) Es ist früher erwähnt, daß HORREBOW diese gebraucht hat.

3) Es steht hier „Domesticus“. ERASMUS BARTHOLIN, in dessen Haus ROEMER sich in seiner Jugend 9 Jahre aufhielt, nennt ihn „domesticus Monsieur ROEMER“ — domesticus also etwa = Assistent.



hängt wohl damit zusammen, daß verschiedenerseits vorgeschlagen war, übereinstimmende Thermometer nach folgendem Prinzip herzustellen: ein fester Punkt und Einteilung der Röhre in gleichgroße Raumteile, an allen Thermometern zum Rauminhalt des Behälters in demselben Verhältnis stehend. Er nimmt an, daß er an einem Thermometer, dessen Röhre einen Durchmeser a und dessen Behälter einen Durchmesser b hat, eine Länge c von 10 Einteilungen hat, und sucht dann die Länge C von 10 Einteilungen eines anderen Thermometers, an dem Röhre und Behälter, bezw. Durchmesser A und B haben und der Rauminhalt von 10 Einteilungen in demselben Verhältnis zum Rauminhalt des Behälters steht, wie beim ersten Thermometer. Der Sinn der weitläufigen Umschreibungen, die ihn zu dem Resultate führen, ist:

$$\frac{\frac{\pi}{4} a^2 c}{\frac{4}{8.3} \pi b} = \frac{\frac{\pi}{4} A^2 C}{\frac{4}{8.3} \pi B^3}; \quad \frac{c}{C} = \frac{A^2 b^3}{B^3 a^2}$$

Aus dieser Gleichung läßt sich nun C finden, wenn die übrigen Größen gemessen worden sind. Er rechnet dann ein Zahlenbeispiel aus. Außerdem macht er darauf aufmerksam und rechnet ein Beispiel davon durch, daß man A oder B finden kann, wenn C oder bzw. B oder A gegeben sind.

Nach den obigen Berechnungen bemerkt er 114a: „Dies ist das richtige, wenn es auch schwer ist und mit meinem Unternehmen nichts zu tun hat, welches eine Untersuchung der Unregelmäßigkeit der Hohlheit der Röhren bezweckte, die gewöhnlich konisch oder von unregelmäßigeren Formen sind“.

„Ich untersuche ihre Form mittels eines Tropfens Quecksilber, bevor die Kugel ausgeblasen wird. An der oben erwähnten Röhre habe ich eine hinlänglich regelmäßige Hohlheit gefunden, so daß ein Tropfen Quecksilber an der Mitte eine Länge von $7^1/_2$, an dem breiteren Ende 8, an dem dünnen Ende 7 (beliebige Einheiten) hatte. Zwischen diesen Punkten waren 10 Teile. *Man darf also sicher diese Hohlheit als abgestumpften Kegel betrachten*[1]. An diesem müssen nun ungleich große Thermometereinteilungen vorgenommen werden, nämlich größere in der Richtung nach dem dünneren Ende und kleinere in der Richtung nach der größeren Grundfläche“.

1) Hervorgehoben von K. M.



Die folgenden Seiten handeln von der Einteilung konischer Röhren in gleich große Raumteile.

Gegeben hat er eine Glasröhre Ae, in der ein Tropfen Quecksilber am einen Ende bei AB die Länge 7 und am anderen Ende bei ef die Länge 8 hat. Die Röhre ist 10 Zoll lang, und er sucht nun den Durchmesser des Querschnitts der Röhre an einer Stelle e mitten zwischen den beiden Enden der Röhre. Die Aufgabe wird

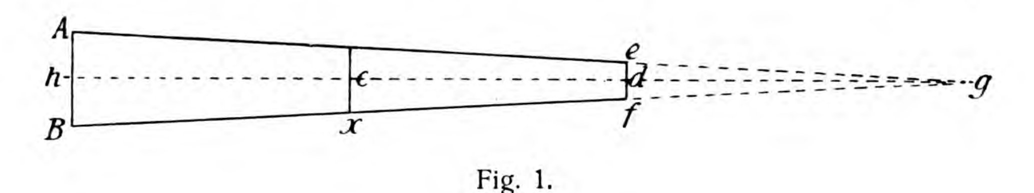


Fig. 1.

in sehr umständlicher Weise gelöst. Das angewendete Raisonnement ist in der Hauptsache: die Querschnittareale an den Enden der Röhre verhalten sich umgekehrt wie die gegebenen Längen der Quecksilbertropfen, also wie $^7/_8$, die Durchmesser an denselben Stellen wie die Quadratwurzeln dieser Zahlen. Die drei von uns betrachteten Querschnittareale sind Grundflächen in drei ähnlichen Kegeln, von denen der eine ein Volumen von der halben Größe der Summe der beiden anderen hat. Die Volumina verhalten sich wie die 3. Potenz entsprechender Strecken; also hat man

$$x^3 = \frac{\sqrt{7}^3 + \sqrt{8}^3}{2}; \qquad x = \sqrt[3]{\frac{7\sqrt{7} + 8\sqrt{8}}{2}}.$$

Roemer drückt dies viel weitläufiger aus und sagt deshalb schließlich: „Dies habe ich viel klarer in meinem Kopfe, als ich es mit der Feder ausdrücken kann.“ Wie um sich selbst zu zeigen, daß er das nämliche kurz und konzise ausdrücken kann, schreibt er nun „aliter“ und gibt in 4 Zeilen ein ähnliches Raisonnement wieder, wie das eine ganze Seite große, das ihn zu dem Resultate führte.

„Kegel verhalten sich wie Kubi, die Höhen wie Quadratwurzeln. Der große und der kleine Kubus oder Kegel haben bekannte Höhen; der mittlere Kegel hat eine bekannte Größe mitten zwischen den beiden anderen. Also ist seine Kubikwurzel = der Kubikwurzel der halben Summe der beiden anderen“.

Dies wird sodann[1]) angewendet, um cg des mittleren Kegels zu finden, indem das Verhältnis zwischen dg und hg wie $\sqrt{7} : \sqrt{8}$

1) S. 115a.



und dh = 10 ist. Diese Zahlen werden in folgender Weise angegeben: „Die äußersten Areale meines neuen Thermometers[1]) deren gegenseitige Entfernung 10 Zoll ist, haben sich herausgestellt das größere als 8, das kleinere als 7". Er stellt einen Typus für die Berechnung auf, die durch gewöhnliches Logarithmenrechnen (6-stell.) ausgeführt wird, und findet nun $\frac{cd}{ch} = \frac{16}{15}$. Sodann findet sich auf derselben Seite eine Tabelle über das Ergebnis derselben Berechnungen unter der Voraussetzung anderer Werte des Verhältnisses zwischen den Arealen an den Enden der Röhre. Resultate von dc und hc (deren Summe = 10 ist) sind angeführt für 10 Werte der obigen Verhältnisse, nämlich:

$$\frac{75}{100}, \frac{77^1/_2}{100}, \frac{80}{100} \cdot \cdot \cdot \cdot \text{ bei den Zwischenraume } \frac{2^1/_2}{100}.$$

Die folgende Seite[2]) beginnt mit folgendem Satz: „In dem fertigen Thermometer, von dem die Erfahrung lehrt, daß es zu 60 Einteilungen einer Länge von 8 Zoll bedarf, wurde das Verhältnis zwischen den äußersten Arealen als verschieden geschätzt wie $\frac{10}{9}$".

Er wiederholte nun Berechnungen wie die oben erwähnten für diese Röhre und findet das Verhältnis zwischen den Längen der Röhre, die vier gleich großen Raumteilen entsprechen; ihr Längen werden angegeben:

14,417; 14,824; 15,194; 15,563, was also die Längen der einzelnen Viertel der Teilung in 60 sind. Das längste Stück liegt dem Behälter am nächsten, so daß „der größte Quadrant von 0 bis 15 $\frac{15{,}563}{60}$ ist" usw. Dann wird hinzugefügt: „und dabei soll man stehen bleiben, was das originale Thermometer betrifft, überhaupt zu jeder Zeit und an jedem Orte, soll man es nach der allgemeinen Regel einrichten, es sei denn, daß der Versuch es anders verlangen sollte!

Kochen 60, Schnee ohne Kälte und Wärme 7½".

Sodann wird eine Bemerkung hinzugefügt, daß die angeführten Berechnungen zur Einteilung des Kegelstumpfs richtig genug, aber nicht klar und kurz genug abgefaßt sind, und auf der nächsten Seite[3]) setzt eine Ermunterung zur Fortsetzung der Arbeit ein. „Indem wir uns durch den Morast (erst schrieb er „Labyrinth")

1) Hervorgehoben von K. M. 2) S. 115b. 3) S. 116a.



der Zahlen hindurcharbeiteten, sind wir jetzt endlich auf fahrbarem Wege".

Die Glasröhre oc wird durch die Ebene b in zwei gleichgroße Raumteile geteilt; die Stelle b hat er gefunden, indem er die Röhre mit dem halben Rauminhalt Quecksilber füllte, eine Lösung, auf die er früher hingewiesen hatte. Dadurch wurde gefunden, daß die Länge bc = m größer ist als ab, genannt m — d. Er suchte so-

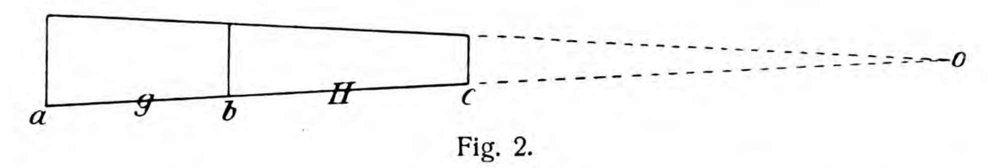


Fig. 2.

dann die Höhe x = cv des Kegels, der eine Fortsetzung der Stümpfe bildet, und er führt einen annähernden Ausdruck davon an, nämlich: $x = \frac{2m^2 - 3md + \frac{1}{2} d^2}{d}$. Die zu diesem Ausdruck führenden Zwischenrechnungen sind nicht angeführt, aber man kommt zu dem Ausdruck, wenn man seine im voraus angegebene Methode benutzt; infolge dieser ist $2(x + m)^3 = x^3 + (x + 2m - d)^3$. Findet man nun aus dieser Gleichung x, indem man höhere Potenzen von d als die zweite wegwirft, erhält man den entsprechenden Ausdruck. Dies wendet er sogleich auf ein Zahlenbeispiel an, wo bc = 11, ab = 9, und er findet x = 89.

Auf der nächsten Seite[1]) wird eine bequeme Form festgestellt, in der das obenstehende Resultat ausgedrückt und nach der die Rechnung ausgeführt werden kann; es werden nun neue Bezeichnungen eingeführt: m = a, m — d = b; werden diese Werte eingesetzt, so hat man $x = \frac{2ab - \frac{1}{2}(a^2 - b^2)}{a - b}$. Die halbe Differenz zwischen a^2 und b^2 wird von dem doppelten Produkt von a und b subtrahiert; das Ergebnis ist x (a — b).

Nach diesem Schema wird x berechnet für eine Reihe zusammengehöriger Werte von a und b, die alle die Differenz 1 haben. Sodann werden die Volumina von Kegeln mit den Höhen x, x + a und x + a + b berechnet; daraus werden wieder die Volumina der Kegelstümpfe gefunden. Die Resultate dieser Berechnungen

1) S. 116b.

sind schematisch aufgestellt. Um von der praktischen Ordnung derselben einen Begriff zu geben, führen wir ein Beispiel an:

a = 2 □ 4
b = 1 □ 1

diff. 3
Hälfte $1\frac{1}{2}$
Dopp. Prod. 4

x = $2\frac{1}{2}$. (Diese Größe 2,5 sollte 2,49705 sein).

Höhen oder Kubikwurzeln		Kubikzahlen	Kegelstümpfe gleich groß
	2,5	15,626	
2			75,500 (302)
	4,5	91,125	250
1			75,250 (301)
	5,5	166,375	

Wie man sieht, sind neben diesen annähernden Resultaten die richtigen angeführt. Dasselbe ist der Fall bei den übrigen Beispielen, wo a und b höhere Werte haben, wo also der Unterschied in einem mit der Praxis besser übereinstimmenden Verhältnis zu den Werten steht. So wird gezeigt, daß x bei a = 4, b = 3 gleich 20,5 wird, während der genaue Wert 20,4966 ist, worauf hinzugefügt wird, daß dieser Unterschied praktisch ohne Bedeutung ist, so daß die Regel eine hinlängliche Annäherung ergibt. Auch für den Fall a = 11, b = 9, was x = 89 ergab, ist der genaue Wert gefunden, und er wird angeführt x = $88{,}9967\frac{1}{2}$.

S. 117a finden sich die Rechnungen, die bei a = 11, b = 9 zu dem genauen Wert von x führen. Schließlich findet sich als Supplement S. 118b ein annähernder Ausdruck der Höhe des mittleren der drei oben erwähnten Kegel. Die Annäherung erhält man in derselben Weise wie oben beschrieben.

Hiermit hat ROEMER offenbar gemeint, eine hinlänglich bequeme Methode zur Einteilung einer konischen Röhre in gleich große Raumteile angegeben zu haben, und er geht nun zur Hauptsache über, derentwegen eben diese Aufgabe gelöst worden ist.

S. 117b hat die Überschrift:

„Ein originales Thermometer[1]) zu konstruieren“

1) Prof. PRYTZ machte mich darauf aufmerksam, daß einige auf uns gekommene Gewichte aus ROEMERS Zeit, gewiß eben diejenigen, die er als Normalgewichte für das neue durch Verordn. vom 1. Mai 1683 eingeführte Maßsystem herstellte, die Inschrift tragen „Original Gewicht“. Daraus kann man vielleicht schließen, das „originales Thermometer“, „Normalthermometer“ bedeute, und daß



I. „Durch einen Tropfen Quecksilber wird untersucht, ob die Röhre regelmäßiger Hohlheit, zylindrisch oder konisch ist, bevor die Kugel ausgeblasen wird. — Unregelmäßige Formen werden kassiert; die zylindrische wird ohne weitere Untersuchung angewendet. Mit den konischen muß man so verfahren:

II. Von der Mitte der Röhre gegen die Außenpunkte nimmt man die Längen der Quecksilbertropfen.

III. Wenn auf Grund dieses Experiments die Teilung der Einteilungen in gleich große Teile gegeben ist, wird jeder von ihnen wieder in zwei gleich große Teile geteilt durch verhältnismäßige Vergrößerung oder Verkleinerung, und die ganze Röhre wird nun in vier gleich große Teile geteilt sein.

IV. Wenn das Thermometer vollendet, gefüllt und geschlossen ist, stellt man mittels Schnee oder gestoßenen Eises den Teilungspunkt $7^1/_2$ und durch Kochen den Punkt 60 fest".

Danach finden sich Bemerkungen, die von HORREBOW geschrieben und unterzeichnet sind, und die ROEMERS Anweisungen ergänzen und zugleich mitteilen, daß HORREBOW ein anderes Einteilungsverfahren anzuwenden wünschte. „Die Entfernung von der Grenze des Schnees bis zum Kochen (Taupunkt bis Siedepunkt) teilt ROEMER in 7 gleich große Teile, von denen ihm der eine unterhalb der Schneegrenze zum Gebrauch bei größeren Kältegraden diente, und da er darauf bemerkte, daß das Thermometer unter 0 sank, fing er an, abwärts zu zählen von 0 an mit dem Vorzeichen —. Es scheint mir praktischer so: Zwischen Siedepunkt und Schnee 4 gleich große Teile, davon 1 Teil abwärts. Teile diese einzelnen 5 Teile in 20 Teile, und du hast 100 Teile, eine runde Zahl. Darunter hat man nie bemerkt, daß das Thermometer in Kopenhagen gesunken ist. Diese Erfindung ist jedoch ROEMER zuzuschreiben, dem sie tatsächlich gehört.

1739 sandte ROEMERS Witwe mir 5 Gläser von Thermometern, die ROEMER selbst nach seiner oben beschriebenen Regel gefüllt und durch zwei Punkte geteilt hatte. Der Weingeist darin ist ziemlich blaß, obschon ROEMER ihn in gewöhnlicher Weise mit Safran gefärbt hat; doch habe ich, da die Gläser die Präparate des Erfinders selbst sind, hinzugefügt, was an der Vollendung der Arbeit fehlte, nämlich Maßstäbe, in meiner Weise geteilt, wie ich soeben beschrieben habe. Nachdem dies geschehen war, fragte ich ROEMERS Witwe, ob sie wisse, ob ROEMER, nachdem ich seine

ROEMER eine Normale für Thermometer wie für die übrigen Maßeinheiten hat einführen wollen.



Observatorien verlassen, an seinem Thermometer irgendwelche Änderung unternommen habe. Sie sagte, daß sie das nicht wisse, gab mir aber ROEMERS „vade mecum", worin ich ein loses Blatt fand, das hier nach dem nächsten Blatt eingeklebt ist. Auf diesem Blatt sehe ich, daß ROEMER für Schnee den Teilungspunkt 8 angesetzt hat, und nun sinkt, so viel wir wissen, der Weingeist in Kopenhagen nie unter 0, und es wird bemerkt, daß der Weingeist am 7. Januar 1709 nur bis auf 7⁹/₁₀ sank, d. i. nach unserer Ein-

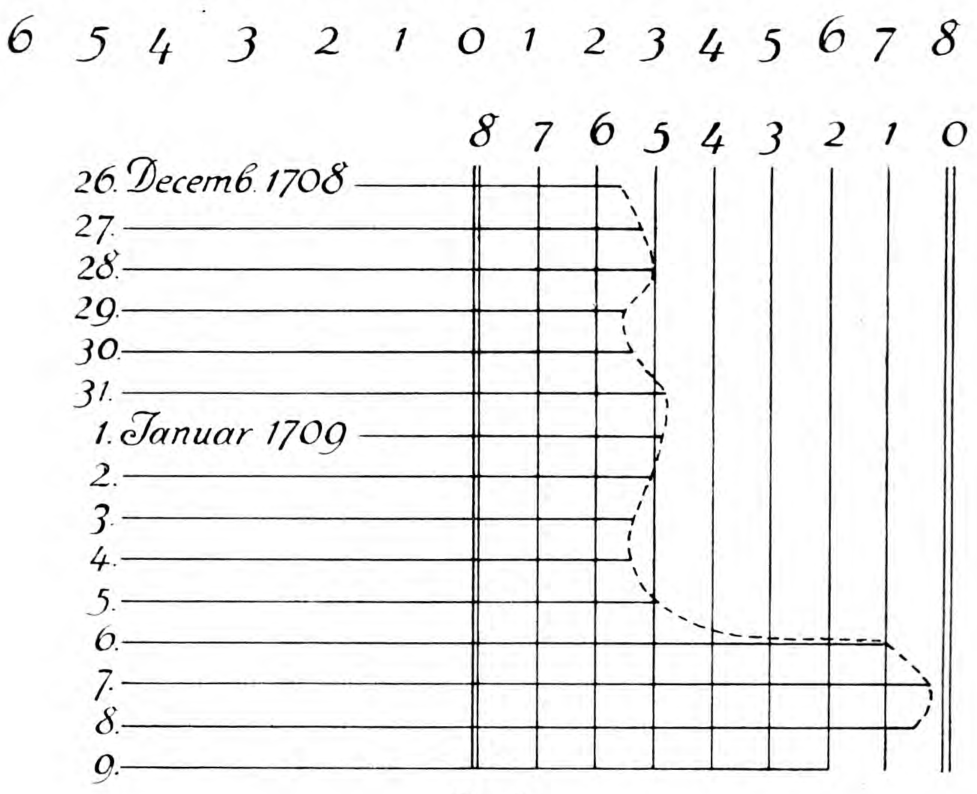


Fig. 3.

teilungsweise 12,15, denn $52:7{,}9 = 80:12^1/_3$. Doch ist es besser, in unserer Weise einzuteilen, so daß unten Platz gelassen wird zu größerer Kälte, etwa auf Island und in Grönland". Ganz unten auf der Seite hat HORREBOW geschrieben: „Siehe Blatt 115: „Es sei denn, daß der Versuch es anders verlangen sollte".

Das von HORREBOW erwähnte lose Blatt enthält eine Temperaturtabelle, welche die tägliche Temperatur vom 26. Dezember 1708 bis zum 1. April 1709 verzeichnet[1]). Um von der Ordnung der

1) Der Winter 1709 ist seiner Strenge wegen historisch berühmt. Nach ROEMERS Tabelle herrschte in der angegebenen Periode ununterbrochener Frost.

Tabelle einen Begriff zu geben, drucken wir den ersten Teil davon ab, der zugleich für das Folgende Interesse hat. ROEMER verband die angesetzten Punkte mit einer punktierten Linie, sodaß die Tabelle eine Temperaturkurve darstellt.

Über den Zahlen steht von HORREBOWS Hand: „Mutaverat ergo Roemerus primum suum propositum".

Die beiden folgenden Seiten, 118a und 118b, enthalten eine Art Korrektionstabellen für die 4 Einteilungen; sie werden genannt r, s, t, die beiden Hälften der Röhre a und b. Die Bedeutung von r ist deutlich genug; da $r = \frac{a - b}{2(a + b)}$, müssen 100 r den prozentualen Fehler bezeichnen, der dadurch entstehen würde, daß man den Teilungsstrich der Zweiteilung mitten auf der Länge $a + b$ anbrächte. r wird genannt die „Ausgleichung" der tatsächlichen Mitte der Röhre $a + b$, und s und b gleichfalls Ausgleichungen der beiden Kegelstümpfe, in die die Röhre durch den mittleren Schnitt geteilt wird. Eine r ganz analoge Bedeutung haben die beiden Größen indes nicht, was teils aus den Ausdrücken hervorgeht, welche ROEMER für sie anführt, teils aus den Zahlenresultaten, die für verschiedene Werte von a und b angegeben werden. Wir finden Angaben für Werte von r, s und t für zusammengehörige Werte von b und a von 1 und 2 bis 19 und 29, indem a und b überall die Differenz 1 haben; ferner eine kurze Tabelle, in der die Werte von b und a die Differenz $1\frac{1}{2}$ haben.

Es könnte den Anschein haben, daß ROEMER daran gedacht hat, die Röhre in gleich große Längen einzuteilen und für jedes Thermometer ein Tabelle aufzustellen über die Abweichung, die dadurch zwischen den Angaben des Thermometers und derjenigen, entstehen würde, die man bei einer Einteilung in gleich große Raumteile erhalten würde, aber er hat den Gedanken jedenfalls nicht ausgeführt. Merkwürdig sind außerdem die unsymmetrischen Werte der Nenner von s und t, die ihre Bedeutung so rätselhaft machen:

$$s = \frac{a-b}{10a-2b},\ t = \frac{a-b}{10b-2a}\ (a > b).$$

Die niedrigste Temperatur, die zweimal eintrat, war 0° ROEMER = —14,3° C. Es war offenbar die lange Dauer des Frostes, wodurch der Winter ein so strenger wurde. Im „Theatrum Daniae" von PONTOPPIDAN heißt es vom Winter 1709: „War in diesen und umliegenden Ländern ein überaus harter Winter. In denen Wäldern frohr viel Wild zu todt und viele Bäumen gingen aus, ja man hörte von etlichen reisenden, die unterwegs erstarreten. Auf der Ostsee waren noch im May Monaht gleichsam Landwege von Schlitten gebahnt . . ."



Nach dieser Übersicht über den Inhalt der elf Folioseiten, die ROEMER der Konstruktion seines „neuen“ Thermometers gewidmet hat, werden wir nun nachweisen, wie er verfährt und worin das Neue seiner Methode besteht.

Der Hauptpunkt der Methode ist also: Die Basierung der Thermometereinteilung auf zwei feste Punkte, den Schmelzpunkt von Tauschnee und den Siedepunkt von Wasser, und die Feststellung der Gradlänge durch Einteilung der Thermometeröhre zwischen den festen Punkten in gleich große Raumteile, wobei darauf Rücksicht genommen wird, ob die Röhre zylindrisch ist oder nicht. Die Größe des Grades erhält man durch die Angabe, daß zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt 52,5 an Rauminhalt gleich große Grade liegen sollen. Ist die Röhre zylindrisch, wird dieser Abstand in $52^1/_2$ gleich große Stücke geteilt, und 7,5 davon werden unter dem Gefrierpunkt abgesetzt, wodurch man den Nullpunkt gewinnt; ist die Röhre nicht zylindrisch, sondern konisch, wird die vorausgegangene Untersuchung der Dimensionen der Röhre benutzt, deren Methode S. 115b angegeben ist; daraus kennt man das Verhältnis zwischen der Röhrenlänge von $^7/_8$ des Rauminhalts, zunächst unter dem Siedepunkt, und der ganzen zu den 60^0 zu benutzenden Länge. In dem von ROEMER S. 115b aufgestellten Beispiel ist das Verhältnis so: Zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt, sollen 52,2 gleich große Längenteile der Röhre liegen. Die Gradlänge wird dann gefunden durch eine Teilung des gefundenen Abstandes in 52,2 gleich große Teile und Absetzung der 7,8 abwärts vom Gefrierpunkt aus, wodurch der Nullpunkt gefunden wird. Zu einem solchen Thermometer mit konischer Röhre muß dann eine Tabelle gehören, welche die Bedeutung der Angaben in Graden ausspricht; so bedeutete die Angabe 7,8 an der Länge der Röhre an ROEMERS Thermometer 7^0,5, 15,563 bedeutet 15^0 usw. (vgl. S. 332).

Die in den „Adversaria“ vorkommenden, obenerwähnten Korrektionstabellen hatten möglicherweise diesen Sinn. Will ROEMER, daß Siedepunkt und Nullpunkt den Röhrenenden nahe liegen sollen, wo die Röhrendimensionen untersucht worden sind, und daß der Gefrierpunkt mindestens $^1/_8$ der Röhrenlänge vom Behälter entfernt liegt, so muß er für ein angemessenes Verhältnis zwischen Durchmesser der Kugel und der Röhre sorgen; daß er die Aufgabe zu lösen versteht, zeigen die Berechnungen, die den Abschnitt über Thermometer einleiten.



ROEMERS Thermometer existierten jedenfalls bis 1748[1]), da HORREBOW in seinen „Elementa philosophiae naturalis“ S. 144 sagt, er habe von ROEMERS Witwe 5 Thermometer erhalten, die er noch besitze. In den „Adversaria“[2]) erzählt HORREBOW ferner, daß er sie untersucht hat:

„Anfang April 1741 löste ich von den Maßstäben 5 ROEMER'sche Thermometer nnd prüfte sie sodann in Schnee und kochendem Wasser und finde nach so vielen Jahren genau dieselben Zeichen, die ROEMER selbst mit einem Feuerstein gemacht hat“.

Es erheben sich, wenn man sieht, daß ROEMER verhältnismäßig viel seiner knapp bemessenen Zeit auf die Konstruktion eines „originalen“ Thermometers verwendete, ganz natürlich drei Fragen. 1. Hat dies Interesse Verbindung mit ROEMERS übrigen wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten? 2. Hat er die so konstruierten Thermometer zu systematischen Messungen benutzt? 3. Haben seine neuen diesbezüglichen Ideen die verbesserte Konstruktion von Thermometern überhaupt beeinflußt? — Ich werde eine Beantwortung dieser Fragen der angegebenen Reihe nach versuchen.

Die „Adversaria“ enthalten unzweifelhafte Anzeichen, daß die erste Frage mit einem Ja beantwortet werden muß. ROEMER wünschte aus zwei Gründen die Erweiterung der Metalle durch Wärme zu bestimmen, teils um die bei Temperaturschwankungen stattfindenden Größenschwankungen des Gradbogens an einem Instrument in seinem „observatorium domesticum“ zu bestimmen, teils um die Änderung der Schwingungszeit eines Pendels bei Änderung seiner Temperatur zu bestimmen. Letzteres mag ihn teils seiner astronomischen Beobachtungen wegen, teils bei seinem Streben nach Feststellung des Einheitssystems interessiert haben. Es ist nämlich ohne Zweifel, daß er — in Gemeinschaft mit PICARD — an die Einführung eines „Normalfußes“ zum Ausdruck der in den verschiedenen Ländern gebräuchlichen Längeneinheiten dachte

1) Nordisk Universitets Tidsskrift 1859 III enthält einen Aufsatz über ROEMER von E. PHILIPSEN. Da heißt es in einer Anmerkung S. 52: Von seinen verschiedenen Instrumenten und Maschinen finden sich noch außer den Resten eines Barometers und einem von ihm selbst verfertigten Thermometer, die zu der in dem früheren Kunstmuseum aufbewahrten Sammlung gehören . . .“ Ich habe die erwähnten Gegenstände in dem Katalog von 1848 nicht verzeichnet gefunden. Auch nicht im Schlosse Rosenborg, noch im Nationalmuseum, wo die Sachen des Kunstmuseums hingebracht wurden, war eine Spur von ihnen nachzuweisen.

2) S. 118b.



und dazu die Länge des Sekundenpendels zu benutzen beabsichtigte, von der ROEMER und PICARD annahmen, daß sie überall auf der Erde dieselbe sei, da Messungen von PICARD in Paris und mit ROEMERS Hilfe zu Uranienborg und Messungen von ROEMER in London für diese Größe denselben Wert ergeben hatten.

S. 67 der „Adversaria" handelt von[1])

„Längenänderung von Metallen durch Kälte und Wärme, angestellt am 12. Dez. 1692 drei oder vier Mal".

Seine Messungen — deren Ausführung er nicht beschreibt — hatten das Ergebnis, daß die Länge von 3 Fuß langen Stangen, die er sich in 6800 gleich große Teile geteilt dachte, bei derselben Erwärmung verschiedentlich zunehmen werde. Zeigte sein Thermometer $6^1/_2{}^0$ in der Kälte und $30^1/_2{}^0$ in der Wärme, also ein Steigen von 24, so wuchsen die 6800 Teile:

Bei Gold und rotem Kupfer um . . .	5	Teile
„ Silber und Zinn um	$6^1/_2$	„
„ Blei um	$9^1/_2$	„
„ Eisen (höchstens) um	$3^1/_2$	„
„ Glas in einer runden Glasröhre von $^1/_2$ Zoll im Durchmesser um . . .	$3^1/_2$	„

„so daß ein Faden Blei um $^1/_{10}$ Zoll Gold und Kupfer fast $^1/_{20}$ Zoll, Zinn und Silber $^1/_{15}$ Zoll, Eisen und Glas $^1/_3$ Zoll gekürzt wird.

Danach wird hinzugefügt (neben den Zahlen ist angegeben, wie die angewendeten Fälle behandelt sind):

„Nun kann mein instrumentum domesticum leicht zwischen der Kälte 6 und der Wärme 16 gehalten werden, also eine Differenz von höchstens 10^0 an dem Thermometer, oder vielmehr zwischen 8 Einteilungen, was $^1/_3$ von dem observierten ist".

„(Später habe ich folgendes hinzugefügt): Eine größere Wärme kann man hier weghalten, Kälte aber kaum, was ich erst jetzt beobachtet habe bis zur Teilung 4 am Fenster, wo das Instrument ist. Man kann somit einen Unterschied an Kälte und Wärme von 11 à 12^0 erwarten, d. h. die Hälfte des von mir an den Stangen beobachteten".

„6800 Teile Eisen ergaben im Versuch eine Zusammenziehung von 3,5. Die Hälfte davon ist 1,75 möglich in meinem Instrument, d. i. 4000 Teile werden um 1 zusammengezogen. Der Bogen meiner

1) Wie gesagt wendet ROEMER in den „Adversaria" nur selten die dänische Sprache an; im folgenden sind einige Sätze dänisch.



Maschine ist aber 65 Grad oder 3900′, also bei einer Änderung der Wärme um 12 Grad ändert er sich ungefähr um 1′ oder 58′½″.

12	wird	verändert	um	60″
10	„	„	„	50″
8	„	„	„	40″
4	„	„	„	20″
2	„	„	„	10″

Soviel war es".

Aus dem Texte geht deutlich hervor, daß die Messungen ihn besonders wegen eines im Observatorium domesticum[1]) an einem Fenster aufgestellten astronomischen Meßapparates interessierten. Es ist sicherlich von seinem berühmten Meßinstrument, das in HORREBOWS Basis astronomiae abgebildet ist, die Rede. An den Bildern sieht man hier eine Uhr neben dem Fernrohr, die nebst dem Fernrohr bei Observationen angewendet worden ist, und es liegt nun nahe, anzunehmen, daß die nächste Seite der Adversaria[2]) dieser Uhr gewidmet ist, da auf dieser Seite berechnet wird, welchen Einfluß Temperaturveränderungen auf die Schwingungszeit eines eisernen Pendels von ca. 38 dän. Zoll oder 456 Linien Länge haben. Er geht davon aus, daß die Schwingungszeit der Quadratwurzel der Länge proportional ist und zeigt erst, daß die Schwingungszahl im Laufe einer Stunde bei der Verminderung der Länge um eine Linie ebenso viel wächst, wie sie abnimmt, wenn die Länge um eine Linie größer wird. Danach wird eine Tabelle berechnet, welche die Schwingungszahländerung per Tag und per Stunde bei Längenveränderungen von einer Linie bis auf $^1/_{100}$ Linie angibt. Schließlich wird das Ergebnis festgestellt: „Das eiserne Pendel ändert sich — wie auf der vorigen Seite gezeigt — um $^1/_{100}$ Linie für jeden Grad am Thermometer, aber eine Längenänderung von $^1/_{100}$ Linie vermehrt oder vermindert den Gang um 1" per 24 horas".

Ferner ist[3]) ein Apparat skizziert zu vergleichenden Messungen der Erweiterung von Luft und Flüssigkeiten durch Wärme.

Er besteht aus einer Glaskugel, 1½ Zoll im Durchmesser, mit dünnem Hals, von dem die Länge 16⅓ Zoll $^1/_{22}$ des Volumens

1) Das Observatorium domesticum wurde begründet 1689—90. Es wird beschrieben in HORREBOWS Operum mathematico-physicorum tomus III S. 47. Die Beschreibung wird durch Bilder unterstützt. An dem ersten sehen wir die Aufstellung eines Meridianfernrohres; neben diesem hängt eine Uhr mit schwingendem Pendel, so angebracht, daß sie von dem gesehen werden kann, der mit dem Fernrohr observiert, Das Fernrohr hat einen eisernen Gradbogen von 75° und großen Radius (2½ Fuß). 2) S. 68.5 3) S. 5.



der Kugel beträgt. Wurde die Röhre bei 8⁰ des Thermometers bis a mit Wasser gefüllt, so erweiterte sich das Wasser bei 10⁰ Erwärmung bis b, welcher Punkt $1^3/_4$ Zoll von a entfernt ist, und die Erweiterung betrug $^1/_{200}$ des ursprünglichen Rauminhalts; wurde die Kugel mit Luft gefüllt, die durch einen Tropfen bei a abgesperrt wurde, so erweiterte sich die Luft bei 3^0 Erwärmung bis c, 12 Zoll von a entfernt, und würde sich, bei hinlänglich langer Röhre, um 40 Zoll an der Röhre oder um $^1/_9$ des ursprünglichen Rauminhalts erweitert haben. Die Vermehrung des Volumens der Luft bei 10^0 Erwärmung beträgt somit 22Mal so viel wie die des Wassers.

„Vor einigen Jahren erhielt ich die Zahl 24, die letzten Versuche sind aber besser". Um das gewonnene Resultat beurteilen zu können, müßte man wissen, an welcher Stelle der gewöhnlich gebrauchten Temperaturskala die $8—18^0$ liegen. Da der Zeitpunkt des Versuches nicht angegeben wird, kann man ja garnicht wissen, ob es die Einteilung von ROEMERS soeben beschriebenen „Original Thermometer" ist, die zugrunde gelegt worden ist; 10^0 dieser Einteilungen entsprechen nahezu 19^0 C. Nimmt man an, daß die Erwärmung von ca. 0^0 C — dem Gefrierpunkt — an stattfand, so sind die Zahlen 22 und 24 viel zu klein; das richtige Verhältnis ist ca. 53. Nimmt man aber an, daß die Erwärmung nach 4^0 begann, so wird die Erweiterung des Wassers größer im Verhältnis zu der der Luft; z. B. wird bei Erwärmung von $6^0—24^0$ das Verhältnis ca. 27, was ROEMERS Resultat bedeutend näher kommt. Das Manuskript gebraucht den Ausdruck: die Erwärmung geschieht „von 8^0 in Wärme nach meinem Thermometer". Falls man annehmen darf, daß dies 8^0 über dem Gefrierpunkt bedeutet, so fand die Erwärmung statt von ca 15^0 C, was eine außerordentlich gute Übereinstimmung mit heutigen Messungen ergibt; diese Auffassung wird dadurch bestätigt daß sich in der oben besprochenen Temperaturliste von 1709 (siehe S. 332) eine Andeutung davon findet, daß ROEMER auch 0^0 beim Gefrierpunkt anwendete. Ob ROEMER bei diesen Messungen einen praktischen Zweck vor Augen hatte, kann man nicht sehen. HORREBOW erwähnt[1]) sie, ohne über Zweck und Zeitpunkt etwas hinzuzufügen, indem er offenbar keine andere Quelle hat als die „Adversaria", die er zitiert. Er vermutet, daß $6^1/_2$ und $30^1/_2$ Gefrierpunkt und höchste Sommerwärme in Kopenhagen bezeichnen, was offenbar nur eine reine Vermutung seinerseits ist.

1) Elem. Phil. S. 144



Es liegt indes eine Reihe Temperaturmessungen von Kopenhagener Lufttemperaturen aus dem Winter 1709 vor, gemessen mit dem neuen Thermometer. Wie oben[1]) erwähnt, findet sich in den Adversaria ein eingeklebtes Blatt mit diesen Messungen, das HORREBOW ROEMERS Taschenbuch entnommen hat. Diese Messungen sind von besonderem Interesse und sind ein paarmal in der auswärtigen Literatur erwähnt worden.

Der Winter 1709 war sehr streng. In einem Aufsatz „The History of the Great Frost in the last Winter"[2]) in den Phil. Trans. Nr. 329, 1709 schreibt W. DERHAM über die Verhältnisse in Dänemark: „Dr. WOODWARD erzählt mir, daß Hr. OTTO SPERLING in einem Brief an ihn aus Kopenhagen den Winter als außerordentlich streng (Hyems atrocissima) bezeichnet hat". Und in den „kleineren Mitteilungen" der Royal Society vom 4. Mai 1709 heißt es: „Daß Dr. JUDICHAR sagte, daß im Hafen Kopenhagens das Eis 27 Zoll dick war, und daß man am 9. April n. S. zwischen Schonen und Dänemark über das Eis ging, welcher Bericht mir eine bessere Meinung von einigen Papieren beibringt, die in meinem Besitze sind, und die der Roy. Soc. vorgelegt wurden, vom Frost in Kopenhagen handeln und den Beobachtungen des Herrn ROEMER entnommen sein sollten. Ich würde weder gegen die Instrumente noch gegen die Beobachtungen dieses hervorragenden Mannes den geringsten Verdacht hegen, wenn ich nur mit Gewißheit wüßte, daß es die seinigen wären, aber diese Papiere enthalten einige Stellen und Bemerkungen, die sowohl die Meinung anderer als die meine davon verringerten. In diesen Papieren heißt es, einen solchen Frost habe man in diesen Gegenden nicht gekannt so lange wie man sich entsinnen könne, und daß der Frost am 23. Februar 1708/9 der Temperatur des künstlichen Gefrierens sehr nahe kam"[3]). — Ich habe vergebens versucht, diesen Papieren in England auf die Spur zu kommen und weiß daher nicht mehr von ihnen, als in diesem Zitat enthalten ist. Mr. DERHAM steht offenbar einer rationelleren Thermometereinteilungsmethode ganz fremd gegenüber; in einem Aufsatz[4]) den er 1708 anläßlich einiger meteorologischen Daten aus der Schweiz schrieb, und in dem er sich über die Unmöglichkeit einer Vergleichung von Temperatur-

1) S. 332.

2) Gekürzt auch in den Phil. Trans. 1700—1720, von HENRY JONES herausgegeben.

3) Hervorgehoben von K. M.

4) Phil. Trans. Nr. 321. S. 343, Mai-Juni 1708.



messungen mit verschiedenen Thermometern beschwert, da zwischen den Skalen kein einfacher Zusammenhang bestehe, beschreibt er seine eigenen Thermometer und deren Einteilungen; er hat zwei gebraucht, eins, das entzwei gegangen ist, und dasjenige, das er noch gebraucht; er setzt stets 0 beim Behälter, ausdrücklich weil es „eine bestimmte Stelle ist, die gleiche für alle Thermometer und jedermann bekannt". Seine Grade sind 1 Zoll lang, so daß der eine Gefrierpunkt bei 82⁰, der andere bei 100⁰ liegt. — Der Gedanke, das Thermometer nach zwei festen Punkten einzuteilen, liegt ihm also sehr fern, und vielleicht mag eben deswegen der Bericht ihn befremdet haben. Sicher läßt sich das aber leider nicht sagen.

Betrachten wir nun die Tabelle (Fig. 3) über ROEMERS Temperaturbeobachtungen von 1708—09 in den „Adversaria", so zeigt es sich, daß sie am 26. Dezember 1708 beginnt und bis zum 9. April 1709 fortgesetzt wird; jedoch sind vom 1. April 1709 nicht jeden Tag Beobachtungen eingetragen, sicherlich aus dem Grunde, daß die Tabelle es nur auf Temperaturen unter 8⁰ absieht. Die Bemerkungen am Rande rühren von HORREBOW her. Über der Tabelle steht: „ROEMER[1]) hatte also seinen ersten Vorschlag geändert". Das heißt, wie aus HORREBOWS Bemerkungen in den Adversaria hervorgeht, das ROEMER 8 am Taupunkt angesetzt habe, statt wie früher 7½. Dies ist nicht an der Tabelle von ROEMER selbst bemerkt; ihre Einrichtung ist allerdings eine solche, daß Temperaturen unter 8 markiert werden können; aber daraus läßt sich ja nicht mit Sicherheit schließen, daß 8, um die Sprache damaliger Zeiten zu reden, „der Anfang des Frostes" war, sondern nur, daß ROEMER wünschte, die Temperatur vom Gefrierpunkt an abwärts zu markieren, und da dieser Punkt nun bei seiner Wahl bei 7½ zu liegen kommt, hat er in der Tabelle den zunächst darüber liegenden ganzen Grad mitgenommen; es kann allerdings die Ansicht HORREBOWS unterstützen, daß über den Gradangaben 8 7 6 . . . 0 — allem Anschein nach von ROEMERS Hand — die Zahlen 0 1 2 . . . 8 geschrieben stehen, was vielleicht andeutet, daß diese Null eine Grenze zwischen Wärme und Kälte ist, eine Betrachtung des Gefrierpunkts, die der damaligen Zeit natürlich war. Endlich ist es ja möglich, daß HORREBOW in dem Taschenbuch, aus dem das Blatt stammt, etwas Bestimmtes über diesen Punkt gelesen hat; andererseits würde es HORREBOW genehm ge-

1) S. 338.

wesen sein, wenn er sehen könnte, daß ROEMER selbst seine erste Einteilungsweise geändert habe, da er gerne eine andere auf ROEMERS Thermometer übertragen wollte, sich dessen aber aus Veneration vor ROEMER enthielt. Seine diesbezüglichen Bemerkungen haben wir S. 332 referiert.

Nun zeigt die Tabelle, daß das Thermometer gerade am 23. Februar, den DERHAM speziell anführt, fast bis auf ROEMERS Nullpunkt sank. Man beachte den Ausdruck, mit dem DERHAM diese Tatsache referiert: „daß der Frost am 23. Februar 1708/9 der Temperatur des künstlichen Gefrierens nahe kam". Hier wird also augenscheinlich davon ausgegangen, das ROEMERS Nullpunkt gerade eine Kältemischungstemperatur war, eine Angabe, die DERHAM dem aus Dänemark stammenden Bericht selbst entnommen haben muß, da er ROEMERS Skala ja nicht kannte. Die Bemerkung hat gerade Interesse für die Behandlung der Frage, ob und, wenn ja, auf welchen Wegen ROEMERS Thermometer für weitere Kreise Bedeutung erhielt. Die Antwort lautet: durch ROEMERS Einfluß auf FAHRENHEIT. Ich werde im folgenden dartun, daß ein solcher Einfluß stattgehabt hat.

Wir haben einige direkte Äußerungen darüber, die bedeutendste von BOERHAAVE, der bei der Erörterung des Wärmegrades, über welchen Wasser in flüssiger Form existieren kann, sagt[1]: „. . . . infolge dessen, was oben in Wärme nach 32° nach FAHRENHEITS Thermometer gezeigt wurde. Aber nun wird erzählt, daß der ausgezeichnete Mathematiker ROEMER im Jahre 9 dieses Jahrhunderts in Danzig eine Winterkälte bis den ersten Grad dieses nämlichen Thermoskopes observiert hat, dessen erster Erfinder er selbst gewesen war. Dann vergrößerte er es also um 32° unterhalb des Gefriergrades".

Hier wird also ausdrücklich gesagt, ROEMER sei der erste Erfinder von FAHRENHEITS Thermometer, und man darf BOERHAAVES Äußerung Bedeutung beimessen, da er mit FAHRENHEIT, der ihm Thermometer geliefert hatte und dessen Tüchtigkeit als Instrumentenmacher und Experimentator er oft mit Lob erwähnt, in enger Verbindung gewesen war. Daß ROEMER 1709 in Danzig Messungen angestellt hätte, ist sicherlich ein Mißverständnis, das leicht aufkommen konnte, da, wie wir weiter unten sehen werden, in demselben Winter mit einem ähnlichen Thermometer in Danzig Messungen angestellt wurden. Es ist mir jedenfalls nicht möglich

1) Elementa chemiae S. 270 (Aug. 1732).

gewesen aufzuspüren, daß ROEMER zu der angegebenen Zeit im Ausland gewesen sein sollte, und seine vielen amtlichen Beschäftigungen, seine schwache Gesundheit und die Kopenhagener Temperaturliste selbst, die an die Royal Society eingesandt wurde, machen es unwahrscheinlich, daß er verreist war.

Wir finden auch sonst Bemerkungen, daß ROEMER der eigentliche Erfinder von FAHRENHEITS Thermometer sei, aber mehrere dieser Quellen gehen wieder auf BOERHAVE zurück. So schreibt der englische Arzt MARTINE[1]), die Quecksilberthermometer seien zuerst von ROEMER erfunden, da er aber gleichzeitig auf die oben angeführte Stelle bei BOERHAAVE verweist, ist es deutlich, wie er zu dieser irrigen Ansicht gekommen ist. Momentan sah er es für FAHRENHEITS Hauptverdienst an, Quecksilber statt Spiritus als Thermometersubstanz zu gebrauchen, und er schreibt nun auf BOERHAAVES Worten fußend ROEMER dieses Verdienst zu, das er, wie wir nun wissen, nicht hatte.

In Danzig war die Sache offenbar ruchbar geworden. HANOW schreibt in Danzig am 25. Februar 1736[2]): „ . . . Nach den richtigsten Wetter-Gläsern, welche der Herr ROEMER in Danzig angegeben hat und Herr FAHRENHEIT am besten verfertigt . . .“ In einer späteren vermehrten Ausgabe dieses Buches von TITIUS, Leipzig 1753, wird direkt auf BOERHAAVE verwiesen, was bei HANOW nicht der Fall war. HANOWS Ansicht schwankte offenbar. In einem Aufsatz von 1745 von v. BERGEN heißt es von FAHRENHEIT, „dem ROEMER, der gar eifrige Freund der physischen und astronomischen Wissenschaften bei der Herstellung von Thermometern die Grenzen des Gefrierens und des Kochens eingegeben hatte, wenn man HANOW in den Memorabilia Gedanensia glauben kann[3]). Diese Äußerung hat veranlaßt, daß in neuerer Zeit E. GERLAND[4]) nach HANOW berichtet, es sei ROEMER, von dem FAHRENHEIT gelernt habe, Gefrierpunkt und Siedepunkt bei der Temperatureinteilung zu gebrauchen. Zugleich sucht aber GERLAND das Verdienst davon zu

1) Essays medical and philosophical, Aug. 1738, S. 177 in einem Aufsatz über Thermometer.

2) Erläuterte Merkwürdigkeiten der Natur, S. 62 (eine Art Wochenschrift herausgeg. v. HANOW.)

3) De Thermometris mensurae constantis Commentatio Francofurtii ad Viadrum 1745: cui ROEMERUS physicis ac astronomicis acutissime amicus congelationis et ebullitionis terminos in conficiendo thermometris suggesserat si Fides est C. HANOVIO in Memorabilibus Gedanensibus.

4) Geschichte der Experimentierkunst der neueren Zeit, 1899, S. 249.

reduzieren; er bemerkt u. a.[1]), daß Fahrenheits Entdeckung der Unterabkühlung ihn lehrte, daß man den Schmelzpunkt von Eis und nicht wie Roemer ihm geraten, den Gefrierpunkt von Wasser gebrauchen solle. Wie aus Roemers eigenen Papieren hervorgeht, hat dieser gerade selbst den Schmelzpunkt von Schnee benutzt, so daß es nicht wahrscheinlich ist, daß er Fahrenheit etwas anderes geraten hat.

Später hat Hanow aber seine oben angeführte Ansicht über Roemers Einfluß auf Fahrenheit aufgegeben, denn in der 2. Ausgabe seiner Abhandlung 1757 sagt v. Bergen: „In der ersten Ausgabe dieser Abhandlung sage ich, Fahrehneit verdanke die ausgezeichnete Erfindung mit diesen festen Punkten (Gefrierp. und Siedepunkt) dem scharfsinnigen Roemer; dies jetzt zu behaupten verbietet mir aber ein Brief, den der berühmte Hanow mir geschrieben, in welchem er sagt, Roemers Einrichtung sei hergeleitet von den bereits damals gebräuchlichen Einteilungen am Thermometer in der Acad. des Sciences zu Paris, eingeführt von de la Hire, falls ich mich dessen entsinne . . . Ich gebe gern zu, daß ich gar nicht weiß, durch welchen Zufall diese ausgezeichnete Erfindung Fahrenheit vorbehalten worden ist, einem ganz ungelehrten Mann, da de la Hires Thermometer nicht mit diesen festen Punkten versehen ist".

Wir wissen ja nun, daß Hanows Erzählung von Roemers Skala verkehrt ist, aber eben die Tatsache, daß er es erzählt hat, zeigt auch, daß er von der Existenz eines Roemerschen Thermometers gewußt hat, ohne es selbst zu kennen. Somit ist auch was Gerland als Vermutung aufstellt, hinfällig, nämlich daß Hanow seine Nachrichten von Fahrenheit habe, von dem er sagt, daß er 1710 nach Danzig gekommen sei von Kopenhagen, wo er Roemer 1709 besucht habe.

Dadurch kommen wir auf die Frage: Kann ein Einfluß von Roemer auf Fahrenheit statt gehabt haben und nach welcher Richtung hin? In seiner Lebensbeschreibung Fahrenheits stellt Professor Momber dar[2]) was man mit Sicherheit von Fahrenheits Aufenthaltsorten zu verschiedenen Zeiten weiß; er glaubt nicht, daß direkt festgestellt werden kann, wann Fahrenheit Roemer besuchte; daß er bei ihm gewesen ist, betrachtet er als entschieden. Auch die Hauptquelle unserer Kenntnis von Fahrenheits Jugend, ein Manuskript der Königl. Bibliothek in Berlin,

1) l. c. S. 251.

2) Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, N. F. Bd. 7. 1889—91.



macht dies wahrscheinlich; hier wird erzählt, daß FAHRENHEIT noch 1706 viele beschwerliche Reisen zu Wasser und zu Lande machte und mit den berühmten Mathematikern in Dänemark und Schweden konferierte[1])—.

Professor MOMBER sagt hierüber[2]): Besonders zuverlässig erscheinen mir diese Nachrichten, weil einmal alle Angaben derselben, die durch Urkunden belegt werden können, sich als richtig erweisen, und weil ferner die ganze Art der Nachrichten, die vier Jahre nach FAHRENHEITS Tode niedergeschrieben sind, auf einen Verfasser schließen läßt, der ihm selbst oder seiner Familie recht nahe gestanden hat". Professor MOMBER war so freundlich, mir mitzuteilen, daß er auch in den seitdem verstrichenen Jahren nichts gefunden hat, was von der persönlichen Verbindung zwischen FAHRENHEIT und ROEMER bestimmte Auskunft gäbe.

Aus dem erwähnten Manuskript geht hinlänglich deutlich hervor, daß FAHRENHEIT zwischen 1702 und 1710 in Dänemark gewesen und mit ROEMER in Verbindung gekommen ist, also gerade in der Zeit, wo ROEMER, wie wir wissen, seine neuen Thermometer benutzte. In TITIUS' „Seltenheiten der Natur" ist zu wiederholten Malen erwähnt, daß 1709 Temperaturmessungen stattfanden mit dem in Danzig seiner Richtigkeit wegen berühmten FAHRENHEITschen Wetterglas, das bereits 1709 gebraucht wurde[3]). Ferner heißt es von diesem Wetterglas anläßlich einer Vergleichung der Temperaturmessungen von 1709, 1729 und 1740: „Das WILKische Wetterglas, welches im Jahre 1709 KRIKART besessen und aufgeschrieben, stimmt auch mit überein. Weil dieser KRIKART solches Glas schon zwanzig Jahre vor 1709 soll gehabt haben, aber vor 1708 nicht aufgeschrieben ist, scheint es zu *Anfange des Frostes im Jahre 1708 von FAHRENHEITEN damals mit frischem Weingeiste gefüllet und nach seiner Art eingerichtet zu sein.*"

Es ist somit wahrscheinlich genug, daß FAHRENHEIT mit ROEMER zusammengetroffen ist; wenn BOERHAAVES Aussage richtig ist, müssen wir bei einer Betrachtung der ältesten FAHRNHEITschen Thermometer ROEMERS Einfluß spüren können.

---

1) Ich referiere nach der Altpreuß-Monatsschrift II, 1874, wo E. STREHLKE ein Bruchstück von WUTTSTRACKS Collectaneen zu seinem ungedruckt gebliebenen Werk: „Historisch topographisch-statistische Nachrichten von Danzig Bialystok 1804" veröffentlicht hat. Die Hds. findet sich in einem Sammelbd. der Königl. Bibliothek zu Berlin. Ms. Boruss. fol. 280 Nr. 35.

2) l. c. S. 108. 3) l. c. II, S. 666.



Von ROEMER konnte FAHRENHEIT folgendes lernen: Das Prinzip zweier festen Punkte als Basis der Skala und die Skaleneinteilung in gleichgroße Raumteile. FAHRENHEIT hat seine Konstruktion von Thermometern nur ganz kurz beschrieben[1]): „Die von mir konstruierten Thermometer sind hauptsächlich zwei Arten, die eine mit Alkohol, die andere mit Quecksilber gefüllt; ihre Länge variiert mit dem Gebrauch, für den sie bestimmt sind, alle Instrumente haben aber gemein, daß die Grade ihrer Skala unter sich übereinstimmen, und daß ihre Variationen zwischen festen Grenzen geschehen. Die Skala der Thermometer, die bei meteorologischen Observationen gebraucht werden, beginnt unten bei 0° und geht bis 96°. Die Einteilung der Skala beruht auf 3 festen Punkten, die man in folgender Weise erhält. Der erste Punkt, unten wo die Skala beginnt, wurde gefunden durch ein Gemisch von Eis und Wasser und Salmiaksalz oder auch Seesalz; wenn ein Thermometer in einem solchen Gemisch angebracht wird, sinkt die Flüssigkeit, bis sie einen Punkt erreicht, der als Nullpunkt bezeichnet wird. Dieser Versuch gelingt besser im Winter als im Sommer. Der zweite Punkt wird gefunden, wenn Wasser und Eis ohne die genannten Salze gemischt werden; wenn ein Thermometer in dies Gemisch gesetzt wird, steht die Flüssigkeit bei 32° . . . Der dritte Punkt ist bei 96°; der Alkohol erweitert sich bis in diese Höhe, wenn das Thermometer im Munde oder in der Armgrube eines gesunden Mannes angebracht und da festgehalten wird, bis es die Temperatur des Körpers erhalten hat . ."

Hier erzählt also FAHRENHEIT, daß die Güte seiner Thermometereinteilung auf dem Gebrauch von festen Punkten beruht, zwischen denen die Einteilung stattfindet. Von den hier genannten drei festen Punkten entspricht augenscheinlich nur einer — der Gefrierpunkt — den von ROEMER benutzten. Es geht aber aus DERHAMS oben angeführter Aussage hervor, daß ROEMERS Nullpunkt 1709 mit einer Kältegemischtemperatur identifiziert wurde, und die Tatsache, daß das Quecksilber sich in dem strengsten Winter, den man seit Menschengedenken hatte, dieser Grenze näherte, hat ihr sicherlich eine besondere Bedeutung verschafft, so daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß FAHRENHEIT — und vielleicht ROEMER — diese Grenze als festen Punkt für ein Thermometer wählten, das kiene so hohen Temperaturen wie bis zum Siedepunkt des Wassers zeigen sollte. Wie wir nun an den verschiedenen Skalen aus den Jahren 1708—14 sehen werden, die FAHRENHEITS Namen tragen,

1) Phil. Trans. London. Vol. 33, 1724, S. 78—74.



war dieser feste Punkt nicht ganz zuverlässig; man kann auch an den oben angeführten Worten: „der Versuch gelingt besser im Winter als im Sommer" sehen, daß FAHRENHEIT sich nicht darauf verläßt, daß er jedesmal dieselbe Temperatur erhält. Der dritte Punkt ist somit wahrscheinlich als eine Art Kontrolle eingeführt. In den ersten Jahren hielt FAHRENHEIT sein Konstruktionsverfahren geheim und überraschte seine Zeitgenossen in hohem Grade durch die Übereinstimmung seiner Thermometer.

FAHRENHEITS ältestes Thermometer sind an verschiedenen Orten erwähnt worden. Namentlich GRISCHOW[1]) bringt eine ausführliche Zusammenstellung der verschiedenen Skalen, nach denen sie eingeteilt waren. Die späteren Erörterungen, von denen van SWINDENS „Dissertation sur les Thermomètres", Amsterdam 1778 sehr eingehend ist, bauen in der Hauptsache auf GRISCHOW. FAHRENHEIT soll nach GRISCHOW[2]) und anderen[3]) seinem Repetitor der Mathematik, BARNSDORF (aus Rostock) das Geheimnis seiner Thermometereinteilung anvertraut haben, von der er behauptet, sie sei so, daß ein jeder, der sie kenne, übereinstimmende Thermometer machen könne. GRISCHOW schreibt, dies sei geschehen, „circiter 1712 und 1713 nisi jam antea". Kurz darauf reiste FAHRENHEIT nach Halle und Leipzig, und BARNSDORF versuchte nun in Verbindung mit einem Kollegen, LANGE, nach dieser Anweisung Thermometer zu machen. Die Skala an diesen Thermometern war ein wenig anders als an den später als FAHRENHEITsche bekannten, und es heißt von BARNSDORF, daß er gewiß „FAHRENHEITS ältere oder älteste Einteilung behalten hat". Aus der Tabelle geht hervor, daß BARNSDORFS Thermometer 7½ beim Gefrierpunkt und 22½ bei körperlicher Wärme hatten; diese größeren Grade sind in kleinere, und zwar jeder in 8 Teile geteilt. Das Ansetzen von 7½ beim Gefrierpunkt deutet aber in Verbindung mit all dem übrigen auf einen Einfluß von ROEMER, da man sich nur schwer vorstellen kann, wie zwei Menschen darauf sollten verfallen können, eine so besondere Zahl wie 7½ beim Gefrierpunkt anzusetzen. BARNSDORFS Nullpunkt liegt etwas höher als der der späteren FAHRENHEITschen Thermometer.

Wir besitzen noch andere Zeugen, daß FAHRENHEIT 7½ beim Gefrierpunkt benutzt hat, und daß sein Nullpunkt ursprünglich etwas höher lag, als es später der Fall war.

1) Miscell. Berol. Tom. VI (gedruckt 1740).
2) l. c. S. 271. 3) Cotte, Traité de météorologie 1774, S. 129.



Prof. Kirch, Berlin, beschreibt 1737[1]) sein Thermometer anläßlich einiger Temperaturobservationen, die ein Freund von ihm in Pennsylvanien mit einem Thermometer von derselben Art wie sein eigenes ausgeführt hatte; dies Thermometer war dem Freunde 1728 von Kirch gegeben worden, und es werden in dem Aufsatz Observationen von Kirch aus dem Jahre 1732 erwähnt. Der Aufsatz muß also nach 1732 geschrieben sein, gedruckt ist er 1737, kann aber tatsächlich sehr wohl älter sein.

1. „Mein Thermometer, das ich mehrere Jahre benutzt habe, ist von dem so genauen Fahrenheit vor schon 20 Jahren gemacht worden. Es werden an demselben 24 Wärmegrade gezählt: 0 bezeichnet die größte Kälte und 24 die höchste Wärme. Unter 0 sind noch zwei Grade hinzugefügt, so daß auch der Kältegrad des Thermometers gezählt werden kann, falls seine Flüssigkeit sich bei einer außerordentlichen Kälte so verdichten sollte, daß sie sich unter die Grenze 0 zurückziehen sollte.

2. Dies ist ein Thermometer kleinerer oder mittlerer Sorte, und seine Skala mißt 5 rheinische Zoll von 0 bis zum 24. Grad. Die einzelnen Grade sind in 4 Quadranten geteilt, so daß vom Grade 0 bis zum Gipfel der Einteilung 96 Quadranten gezählt werden.

3. An den jüngeren Fahrenheitschen Thermometern ist die Skala nicht mehr in 24 größere Grade und Quadranten geteilt, sondern in 96 kleinere Grade, den 96 Quadranten jener 24 Grade entsprechend, in welche die älteren Thermometer geteilt sind.

4. Die beiden Gradzählungsweisen lassen sich leicht unter sich vergleichen, da die Quadranten der größeren Grade den kleineren Graden ganz gleich sind.

5. Vor einigen Jahren bemerkte ich, daß mein Thermometer mit anderen Fahrenheitschen nicht völlig übereinstimme, weshalb ich bei dem hochberühmten Herrn Fahrenheit selbst ein neues und genaues Thermometer bestellte, damit ich mein und andere Thermometer danach untersuchen könnte. Ich fand, daß dies neue Thermometer mit einem anderen Fahrenheitschen gut übereinstimme, von dem meinigen aber auffallend abweiche."

In 6 und 7 behandelt Kirch die Größe der Abweichungen; sie sind nicht ganz dieselben bei höchster und niedrigster Temperatur $6^1/_2$; bei höchster Temperatur $6^1/_2$ kleine Grade, bei niedrigster Temperatur 5, indem sein Nullpunkt höher liegt. Ferner heißt es:

1) Miscell. Broel. Tom. V 1737 S. 129.



8. Die Grenze zwischen Frost und Tau an meinem Thermometer ist bei dem Grade $7^{1}/_{2}$, an dem neuen FAHRENHEITschen bei dem 36. Grade . . .“

Noch ein Thermometer — vielleicht das allerälteste — scheint auf einer Einteilung mit festen Punkten und einer Skala wie der BASNSDORFS zu beruhen, obgleich die Einteilung augenscheinlich eine ganz andere ist. GRISCHOW schreibt 1740, daß ein großes von FAHRENHEIT vor 30 Jahren für die königliche Gesellschaft in Berlin und somit mit aller erdenklichen Sorgfalt konstruiertes Thermometer noch völlig mit einem kleinen Thermometer übereinstimme, das FAHRENHEIT vor kurzem aus Amsterdam nach Berlin geschickt habe. Diese kleinen Thermometer waren mittels zweier oder dreier festen Punkte gradiert und ganz so wie wir sie heute gebrauchen. Das erste dieser Thermometer ist denn auch nach festen Prinzipien konstruiert; denn eine solche Übereinstimmung würde nicht stattfinden können nur durch einen Zufall[1]); ein ähnliches Thermometer, das 1709 zu Observationen angewendet worden war, sicherlich eins der ersten von FAHRENHEIT konstruierten Thermometer, war 1740 noch in Danzig vorhanden.

Dies Thermometer war wahrscheinlich eingeteilt wie die florentinischen. 90 bei körperlicher Wärme, 0 ungefähr bei Sonnenwärme, 90 beim niedrigsten Kältegrad, also dem FAHRENHEITschen Nullpunkt entsprechend, und 30 beim Gefrierpunkt. Vom niedrigsten bis höchsten angesetzten Wärmegrad sind also $180^{0} = 8 \cdot 22^{1}/_{2}$, vom niedrigsten Wärmegrad bis zum Gefrierpunkt $60^{0} = 8 \cdot 7^{1}/_{2}$, also wie bei BARNSDORF.

1714 verfertigt FAHRENHEIT zwei übereinstimmende Thermometer für den Freiherrn CHR. von WOLF, dem Kanzler der Universität Halle, über die dieser sehr entzückt war, und die er beschrieben hat[2]). Die Skala hatte 26 Grad; der zweite Grad der Skala war bezeichnet als „größte Kälte“, und von da bis an das obere Ende waren 24 Grad; bei dem 8. stand „kalt“. Dies erinnert durchaus an die Skala, die GRISCHOW an den älteren Thermometern FAHRENHEITS erwähnt mit den festen Punkten 0 — 8 — 24, später 0 — 32 — 96. Hier hat FAHRENHEIT — vielleicht wie ROEMER nach HORREBOWS Ansicht — also geschwankt und 8 statt $7^{1}/_{2}$ gewählt. Alles in allem gibt es aber doch starke Anzeichen, daß ROEMERS sonderbare Gefrierpunktzahl den Ausgangspunkt bildet von den jetzt gebräuchlichen 32^{0} des FAHRENHEITschen Gefrierpunkts.

1) van SCHWINDEN „Dissertation“ § 34.

2) Acta Eruditorum 1714, S. 381.

Nun wird man vielleicht einwenden, daß man, falls ROEMERS Skala in der FAHRENHEITS wiedergefunden werden sollte, beim Siedepunkt 4 . 60 = 240 und nicht 212 finden müßte. Dies läßt sich jedoch erklären. Nach den oben angeführten Beschreibungen der ältesten Thermometer liegt der Nullpunkt der jüngeren Thermometer niedriger als der der ersteren; hatten diese nun denselben Nullpunkt wie ROEMERS Thermometer, müssen ihre Grade kürzer gewesen sein als die der jüngeren, da eine kürzere Strecke dieselbe Anzahl enthält. An den jüngeren Thermometern wurde die Zahl des Siedepunktes gefunden durch eine Teilung der Strecke Nullpunkt (angesetzt hauptsächlich durch Kältemischung) — Gefrierpunkt in 32 gleichgroße Teile über deren Absetzung über dem Gefrierpunkt; da diese Grade länger sind als die älteren, kommen auf dieselbe Strecke weniger — also 212 und nicht 240 bei dem festen Punkt, dem Siedepunkt.

Eisen und Stahl in Indien.

Von Dr. ERNST SCHULTZE-Großborstel.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen der Kulturgeschichte ist das Auf- und Abschwanken technischer Fertigkeiten bei einem und demselben Volke. Nicht nur einzelne Erfindungen, auf die man im Anfang stolz war, können völlig in Vergessenheit geraten, es können auch ganze Gewerbezweige, zuweilen sogar ohne ersichtlichen Grund, allmählich wieder verschwinden.

Eines der interessantesten Beispiele dafür bietet die Geschichte der Eisenverarbeitung in Indien. Schon das älteste heilige Buch der Inder, der Rigveda, kennt die Metalle und spricht von dem Eisen wiederholt als von etwas ganz Gewöhnlichem. Da der Rigveda nach der Sanskritforschung bis in die vorgeschichtliche Zeit hinaufreicht, so muß also das Eisen in Indien schon während gewisser Zeiträume der Urgeschichte bekannt gewesen sein. Und zwar stellte man Lanzen, Helme, Schwerter, Speere und Pfeilspitzen, ja ganze Panzer aus Stahl her. Übrigens wird die Richtigkeit der Annahme, daß man in Indien schon in urgeschichtlichen Zeiten Eisen und Stahl gekannt und benutzt habe, durch zahlreiches Vorkommen prähistorischer Eisenschlacken bestätigt, die ebenfalls auf das hohe Alter einer ausgedehnten Eisenindustrie in Indien hinweisen. — Daß das Eisen den Sanskritvölkern schon vor ihrer Trennung bekannt war, darauf deutet auch der Umstand, daß das Sanskritwort „Ajas“ in Beziehung zu dem altindischen Wort „Ais“ steht, während in der deutschen Sprache sich das Wort „Eisen“ entwickelte.

Auch in späterer Zeit müssen Eisen und Stahl in Indien eine große Rolle gespielt haben. Dafür ist das gewaltigste Beispiel die sogenannte Kutub-Säule, die im alten Dehli errichtet wurde und heute noch dort bewundert wird. Sie besitzt ein Gewicht von nicht weniger als 11 000 Kilogramm und besteht aus sehr reinem Eisen; ist dieses doch trotz des feuchtwarmen Klimas des Landes bis heute noch nicht gerostet. Auf die Reisenden unserer Tage macht die Säule noch immer einen gewaltigen Eindruck. Wie viel größer mußte die Bewunderung gewesen sein, die durch ihren Anblick



ausgelöst wurde, als die Kunst der Herstellung und Bearbeitung von Eisen und Stahl nicht auf der Höhe der Gegenwart stand. Daher erwähnen die spärlichen Reisewerke des Mittelalters, so weit sie sich auf Indien beziehen, die Kutub-Säule regelmäßig mit allergrößtem Staunen. So spricht z. B. der arabische Reisende IBN BATUTA, der etwa ein Menschenalter vor dem Venezianer MARCO POLO Indien und China bereiste, mit heller Bewunderung von ihr. Hinweise auf die Schilderungen IBN BATUTAS sind in deutschen Büchern bisher fast niemals zu finden; das liegt jedoch einzig und allein an dem Umstande, daß bisher eine deutsche Übersetzung seines arabischen Reisewerkes nicht existierte. Ein österreichischer Gelehrter, DR. HANS VON MZIK in Wien, hat jetzt eine solche angefertigt und wird sie in wenigen Monaten erscheinen lassen[1]).

Der Name der Säule rührt von dem Sultan KUTUB-UD-DIN her. Dieser beherrschte den türkischen Stamm der Pathan, der von Afghanistan her gegen Ende des 12. Jahrhunderts in das Fünfstromland vordrang und die beiden Hauptstädte des von RAI PITHORA beherrschten Reiches Dehli und Adschmir bedrohte. Dieses Reich dehnte sich von der Jamuna bis zum Indus aus. Als die Pathan im Jahre 1191 den ersten Vorstoß unternahmen, wurden sie mit blutigen Köpfen heimgeschickt. Zwei Jahre später aber gelang es ihnen, RAI PITHORAS Heer zu zermalmen, und nun zog KUTUB-UD-DIN in Dehli ein, das er schon bald nach der Eroberung zu einem Hauptmittelpunkt islamischer Kultur zu machen suchte. Den Jaina-Tempel, in dessen Hofe die eiserne Säule steht, machte er zu seiner Hauptmoschee.

Der Glaube der Inder ließ diese Säule bis in den Mittelpunkt der Erde hinabreichen. Indessen ist sie nur etwa 7½ Meter hoch und mißt ⅓ — ⅔ Meter im Durchmesser. Für eine Säule gewöhnlicher Art würden diese Dimensionen gering sein, nur läßt die Herstellung der Kutub-Säule aus reinem geschmiedetem Eisen sie als ein Wunderwerk der Technik erscheinen. Würde es doch in den letzten Jahrhunderten vor der Erfindung unserer Dampfhämmer und unserer Stahlbearbeitungs-Methoden nicht mehr möglich gewesen sein, eine solche Säule zu schmieden. Jedenfalls müssen der Herstellung der Kutub-Säule, die bestimmt in den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt erfolgt ist, zahllose Jahrhunderte

1) Näheres findet sich S. 63f. in der „Reise des Arabers Ibn Batuta durch Indien und China" (Bibliothek denkwürdiger Reisen", herausgegeben von Dr. Ernst Schultze, Bd. 5) (Hamburg-Großborstel; Gutenberg-Verlag). Das Buch wird im Herbst 1910 erscheinen.



vorangegangen sein, in denen sich die Kenntnis der Eisen- und Stahlbearbeitung von Schritt zu Schritt fortentwickelte.

In dem offiziellen Bericht, den die englische Regierung im Jahre 1862 veröffentlichte schreibt General CUNNINGHAM über die Kutubsäule: „Die Säule von Dehli ist eine massive Welle (shaft) aus verschiedenen Metallen von über 16 Zoll Durchmesser und ungefähr 50 Fuß lang. Es ist wahr, daß an vielen Stellen Risse sind; sie zeigen, daß der Guß unvollkommen war. Aber wenn wir die außerordentliche Schwierigkeit, eine Säule von so gewaltigen Dimensionen herzustellen, erwägen, so wird unser Erstaunen nicht verringert, wenn wir auch sehen, daß der Guß Mängel zeigt. Die ganze Höhe der Säule über dem Boden beträgt 22 Fuß, der glatte Teil indes nur 15 Fuß, da das Kapitäl $3^1/_2$ Fuß hat und der untere rauhe Teil ebenfalls $3^1/_2$ Fuß beträgt. Aber seine Länge unter dem Boden ist beträchtlich größer, als die freistehende, da bei der vor kurzem vorgenommenen Nachgrabung 26 Fuß niedergegangen wurde, ohne das Fundament, auf dem der Pfeiler ruht, zu erreichen. Die ganze Länge der Säule ist deshalb höher als 48 Fuß. Wie viel ist noch unbekannt, doch muß dies beträchtlich sein, da die Säule durch die Ausgrabung nicht einmal gelockert wurde. Ich halte es deshalb für sehr möglich, daß sie nicht weniger als 60 Fuß lang ist. Der untere Durchmesser der Säule ist 16,4 Zoll, der obere 12,05 Zoll, die Verjüngung beträgt 0,29 Zoll per Fuß. Die Säule enthält ungefähr 80 Kubikfuß Metall und wiegt über 17 Tonnen (17000 Kilo)."

BECK bemerkt dazu in seiner „Geschichte des Eisens" (Band 1, S. 219), daß es ein Irrtum des Berichterstatters sei, den LAHT von Dehli für eine gegossene Säule zu halten. Sie bestehe vielmehr aus S c h m i e d e e i s e n, das sei durch die Experimente und die Analyse nachgewiesen, die DR. PERCY mit einem von der Säule abgehauenen Stücke vorgenommen habe. Er war imstande, sie direkt zu dünnen Nägeln auszuschmieden.

Aus dem Bericht von CUNNINGHAM[1]) sei noch hervorgehoben, paß er das Jahr 319 nach Christi Geburt als das Jahr der Aufstellung der Kutub-Säule ansieht. Er berichtet darüber: „Diese eiserne Säule erzählt ihre eigene Geschichte in einer tiefeingegrabenen Sanskritinschrift von 6 Zeilen auf der Westseite. Die Inschrift wurde von J.PRINCEP übersetzt, der bemerkt, daß die Säule die Waffe des Ruhmes (Kritti Bhuja) des Fürsten (Raja) Dhawa und die einghauenen Buchstaben die Bilder der Hiebe, die sein Schwert seinen Feinden beibrachten, als Inschrift seines unsterblichen Ruhmes genannt wurden. Es heißt ferner, daß er die Vahlikas am Indus unterwarf, worunter jedenfalls die Baklikas des Fünfstromlandes gemeint sind, und endlich, daß er durch seinen starken Arm sich die ungeteilte Herrschaft der Erde für lange Zeit erwarb." Die Sprache der Säule ist Sanskrit, ihre Schriftzeichen gehören der Form des Nargari an, die man in das 3. oder 4. Jahr-

1) Archaeological Survey Report to teh Government of India for 1861/62.



hundert nach Christi Geburt verlegt. Die Buchstaben selbst sind nur eingekratzt, wahrscheinlich nur mit einem Stahlmeißel eingepunzt. Übrigens wird die Säule von den Hindus sogar mit dem Namen der Stadt Dehli in Verbindung gebracht. Sie erzählen Folgendes:

„Ein gelehrter Brahmane versicherte den König Ananag-pal 1051, daß die Säule so tief in den Grund eingetrieben sei, daß sie das Haupt von Vasuki, dem Könige der Schlangen, der die Erde trägt, erreiche, und daß, solange sie feststehe, auch die Herrschaft seiner Familie bestehen würde. Als Anang-pal sie aufgrub, um sie zu entfernen, fand er die Erde mit dem Blute des Schlangenkönigs gefärbt. Da erfaßte ihn Reue über seinen Unglauben an die Worte des Brahmanen und er wollte sie wieder aufrichten, konnte sie aber nicht wieder fest im Boden befestigen. Also verblieb sie lose (dhila), und daher erhielt das Land und die Stadt den Namen Dhili (Dehli).

Ich kann es mir nicht versagen, noch COLES[1]) Erklärung dafür, daß die Kutub-Säule in Dehli trotz reichlichen Taues nicht rostet, hier wörtlich anzuführen:

„Die Trockenheit der Luft von Dehli ist wahrscheinlich der Hauptgrund für die Erhaltung der eisernen Säule. Während der heißen Jahreszeit fällt nur selten Regen und während der Regenzeit, die etwa 3 Monate von Juni ab anhält, ist die Temperatur hoch; die Hitze zerstreut also die Feuchtigkeit, welche auf der Säule entstehen mag, namentlich infolge des Wärmeleitungsvermögens des Eisens. Während der kalten Jahreszeit ist die Luft meistens ganz trocken, und ein gelegentlicher Regenschauer verdunstet schnell. Einem Umstande, der mancheu von geringer Bedeutung zu sein scheint, schreibe ich die Ursache einer Art künstlichen Schutzes zu. Es ist die Gewohnheit der Besucher, die Säule mit ihren nackten Armen zu umklammern und bis zum Kopfe emporzuklettern. Wenn Mann oder Frau imstande sind, die Säule zu umfassen, sodaß sie ihre Handflächen flach aufeinander legen können, so glauben sie dadurch ihre eheliche Geburt unzweifelhaft konstatiert zu haben. Da nun die Eingeborenen beiderlei Geschlechtes ihren ganzen Körper fortwährend mit Öl einreiben, um sich vor der Wirkung der Sonnenstrahlen zu schützen, so kommt es, daß die Oberfläche in einer Politur erhalten wird, ähnlich wie wir sie heutzutage bei den polierten Stahlkanonen in Anwendung bringen. WITWORTH läßt meist seine Kanonen oberflächlich einrosten und poliert sie dann mit Öl ab, um eine tiefere Oxydation zn verhindern. Die Farbe der angerosteten Oberfläche sieht aus wie Bronze, woher der allgemeine Glaube kommt, daß die Säule aus einer Legierung und nicht aus reinem Eisen bestehe. — Trotz ihrer einfachen Erscheinung zieht diese Säule doch bei weitem die größte Zahl der eingeborenen Besucher an. Während meiner Vermessungen, die in unmittelbarer Nähe statthatten, sah ich oft große Züge eingeborener Besucher kommen und gehen, die ihre ganze Aufmerksamkeit nur einzig und allein der eisernen Säule zuwendeten, trotz der bestechenden Schönheit der umliegenden Gebäude. Die Tradition daß die Säule auf dem Haupte des Schlangengottes ruhe, ist die Ursache ihrer Popularität." — —

---

1) Leutnant Cole: Architecture of Ancient Dehli. S. 44. Zitiert nach Beck: Geschichte des Eisens. Bd. 1, S. 225—226.



Es soll nicht Aufgabe dieser kurzen Schilderung sein, eine weitere Geschichte des Eisens und Stahls für alle Zeiträume der indischen Kulturentwicklung zu geben. Es genüge, darauf hinzuweisen, daß in den letzten Jahrhunderten, zunächst veranlaßt durch die Eroberungszüge der Mongolen, im 19. Jahrhundert dann nochmals und zwar durch den Wettbewerb mit der modernen Maschinentechnik der westeuropäischen Völker, ein Rückgang der Metallbearbeitungs-Technik in Indien zu beobachten war. Dieser setzte deutlich fast in derselben Zeit ein, in der er auch für Europa zu beobachten ist: mit dem 16. Jahrhundert. In Europa war die Metalltechnik gegen Ausgang des Mittelalters zu hoher Entwicklung gelangt; eine reizvolle Ziertechnik hatte sich ausgebildet, die namentlich der Zeit der Renaissance ihr Gepräge gab. Der allgemeine Aufschwung der Künste kam damals auch den Metallgewerben sehr zustatten. Im 17. und 18. Jahrhundert jedoch wurde eine Metalltechnik nach der anderen aus den Kunstfertigkeiten, ja fast aus dem Gedächtnis der europäischen Völker ausgelöscht. Schließlich beschränkte sich alle Kunst der Eisenbearbeitung nur noch auf den Guß — also diejenige Bearbeitungsweise, die künstlerischen Ansprüchen am wenigsten genügt.

Auch in Indien wie überhaupt im Orient ist, wie gesagt, seit dem 16. Jahrhundert die Metallarbeit almählich schlechter geworden. Feinere und schwierigere Techniken wurden immer mehr durch leichtere ersetzt, die zugleich auch die weniger soliden sind.

Ein so weitgehender Rückgang der indischen Metallbearbeitung allerdings, wie er Europa im 17. und 18. Jahrhundert betroffen hat, ist hauptsächlich durch zwei Ursachen verhindert worden: einmal durch die blühende Kultur, die unter der Herrschaft der Großmogule in einzelnen Teilen Indiens herrschte und die sich zum Teil bis zur Eroberung durch die Engländer erhielt — dann aber auch durch den Umstand, daß man in Indien seit alters her im täglichem Leben ungewöhnlich viele Metallgeräte benutzt, sodaß die Verwendung von Metallen zu Gegenständen des täglichen Gebrauches sehr ausgedehnt ist.

Dem erstgenannten Grunde haben wir es zu verdanken, daß namentlich prächtige Schwerter aus gewässertem Stahl mit kunstvollen Reliefbildern oder Inschriften in großer Zahl hergestellt wurden, ferner Panzerhemden, Steigbügel usw., kurzum Waffen aller Art. Viele davon sind mit Gold oder Silber eingelegt, wie ja gerade die Kunst der Tauschierung im Orient besonders ausgebildet wurde. Auch die Besetzung mit Edelsteinen findet sich



häufig. Andererseits ist auch die Grabstichelornamentik in Indien vortrefflich ausgebildet worden, wenn sie auch vielleicht von der persischen übertroffen wurde. Von der großen Menge von Kupfergefäßen, die namentlich in Benares, in Madura, in Tandschur, Bombay usw. angefertigt wurden und werden — viele davon mit getriebener Arbeit und mit Ziselierung — soll hier nicht weiter die Rede sein. Noch heutigen Tages gelten aber nach dem Urteil Sachverständiger z. B. die Kupferarbeiten Kashmirs (Wasserkannen, Becken, Tee- und Kaffeekannen, Schüsseln, Kessel, Becher, Schalen, Pfeifen, Löffel, Leuchter usw.) für Meisterwerke nach Form und Technik. Wegen seiner Zinnschmelzarbeiten ist andererseits Dschaipur berühmt. Die einzelnen Gebiete Indiens unterscheiden sich nach der Form und der Legierung ihrer Metallarbeiten. Als Grundlage wird meist Kupfer benutzt, dem andere Metalle zugesetzt oder mechanisch ein- und aufgefügt werden.

Unter den gewerblichen Metallarbeiten Indiens sind durch die Weltausstellungen im 19. Jahrhundert neben anderen auch die Bidrah-Arbeiten in Europa bekannt geworden. Sie bestehen in Silberornamenten auf einem dunklen schwarzen Metallgrund. Früher glaubte man, daß man es in ihnen mit abgedrehtem gegossenem Eisen zu tun habe. Tatsächlich aber bestehen sie aus einer Zinnlegierung mit oxydierter Oberfläche, in welche die Zeichnung eingegraben wird. Gewöhnlich besteht diese nicht in Linienarabesken, sondern in gleichmäßig gezeichneten und verteilten Blumen. Die Vertiefung ist nur sehr gering, ihre Ränder sind aber scharf und steil gearbeitet, damit die Silberblättchen, die in die vertieften Flächen eingehämmert werden, gut festgehalten werden und scharf hervortreten. Nach Jakob von Falkes Urteil ist der Effekt der silbernen Blumen auf dem schwarzen Grund „äußerst glücklich, brillant und fein zugleich". Sogleich begann man in Europa Imitationen herzustellen, zumal in Paris.

Allgemein ist der Charakter der orientalischen Metallarbeiten, auch der indischen, größtenteils ein dekorativer. Die Verzierung ist nun einmal die Stärke des orientalischen Kunstgewerbes zumal in islamitischen Ländern. Das gilt für die Textilgewerbe, namentlich für die Teppichfabrikation, ganz ähnlich wie für die Metallbearbeitung. Deshalb findet man in Indien aus den ganzen letzten Jahrhunderten vor der Eroberung durch die Engländer nichts von großen Erzgußwerken, überhaupt nichts von einer Verwendung der Metalle zu monumentalen Zwecken, wie sie die doch die Kutub-Säule aus den ersten Jahrhunderten nach

Christi Geburt so großartig dargestellt hatte. Vielmehr wurden nun hauptsächlich Waffen, Kunstgerät und Schmuck aus Metall hergestellt. Für diesen aber hat der Orientale, wenn ich mich wieder auf das Urteil des feinsinnigen JAKOB VON FALKE berufen darf, „sein Eisen mit so feiner und reicher Kunst zu verzieren gewußt und es namentlich so mit Gold und Silber verbunden, daß er den feilen Stoff wahrhaft veredelt hat. Aber er hat es nicht allein durch die äußere Verzierung getan, er hat das Eisen selbst in sich, in seinen Eigenschaften, in seinem Aussehen verbessert und zu einem wertvollen Gegenstande gemacht. Diese alten Klingen und Gewehrläufe von poliertem, grauem Stahl, auf denen unregelmäßige, unscheinbare Linien ein höchst willkürliches Muster bilden, sind um ihrer selbst willen der gesuchte und teuer bezahlte Stolz der Waffenfreunde und Kunstsammler[1]).

In den letzten Jahrzehnten hat die Einfuhr moderner europäischer Fabrikate auch die Metallgewerbe in Indien etwas von ihrer künstlerischen Höhe abgedrängt. In den größeren Städten Indiens, namentlich in den von Fremden häufig besuchten, ist heute allenthalben modernes europäisches Fabrikat zu finden. Sind doch selbst die wunderbar schönen persischen und indischen Teppiche immer mehr von europäischer Dutzend-Fabrikware verdrängt worden, die künstlerisch mit jenen Originalteppichen gar nicht zu vergleichen ist. Als die Europäer die Oberherrschaft an sich rissen, bestand noch ein blühendes Textilgewerbe z. B. in und um Surate, Calicut (Calcutta), Masulipatan und Hugli. Immerhin ist es der Handweberei in vielen Teilen Indiens gelungen, trotz der Einfuhr billiger Manchesterwaren am Leben zu bleiben. Nur sind die kostbaren und zarten Dacca-Musseline allmählich außer Gebrauch gekommen, während feine Shawls aus Kashmir-Ziegenhaar, ferner Seidengewebe, Samtbrokat und Goldstoffe noch immer wie früher in großer Vollkommenheit angefertigt werden.

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts ist von den Engländern für einige Gewerbezweige (wie namentlich für die Textilgewerbe, die Papierbereitung und die Bierbrauerei) der Fabrikbetrieb eingeführt worden. Jute z. B. wurde zuerst nach England ausgeführt: 1862 erst 964,000 Zentner, 1878 dagegen schon 4,243,000 Zentner. Gleichzeitig aber mit der vermehrten Ausfuhr begann man in Indien selbst Jute-Industrie zu betreiben, sodaß in dem leztgenannten

1) JAKOB VON FALKE: Aus dem weiten Reiche der Kunst. Berlin: Allgemeiner Verein für Deutsche Literatur, 1889, S. 172.



Jahre in Calcutta bereits 2500, in Bengalen mehr als 4.000 Jute-Webstühle in Tätigkeit waren. 1904 waren in der Jute-Industrie in Indien 38 Fabriken mit 132000 Arbeitern beschäftigt — fast alle in Bengalen, die meisten in der Nähe Calcuttas. Die indische Jute-Industrie ist im Laufe der Zeit fast doppelt so groß geworden wie die britische. — In der Baumwollweberei sind heute in Indien im Fabrikbetrieb etwa 5,2 Millionen Spindeln im Betrieb, die sich auf 204 Baumwollfabriken mit 190000 Arbeitern und 46000 Webstühlen (1904) verteilen und von denen etwa 3 Viertel auf die Präsidentschaft Bombay entfallen. Sie verspinnen bereits etwa die Hälfte der durchschnittlichen Jahresernte Indiens.

Weniger ausgedehnt ist der indische Fabrikbetrieb für die übrigen Zweige des Textilgewerbes. Noch sehr viel langsamer ist er im Metallgewerbe fortgeschritten.

Insgesamt sind i. J. 1901 in Indien 15½ Prozent der Bevölkerung in Industrie, Handel und Gewerbe beschäftigt gewesen. Die natürlichen Vorbedingungen für die Einführung der Maschinenarbeit werden zum Teil nur dadurch unterbunden, daß der indische Arbeiter gegenüber dem europäischen geringwertig ist. In der Baumwollindustrie z. B. bringt der einzelne englische Arbeiter sechsmal so viel fertig wie der indische. Aber auch die hohen Kosten des Kohlentransportes haben in einigen Teilen des Landes einer umfangreicheren Einführung der Maschinenarbeit im Wege gestanden — zum Teil übrigens auch das Klima. Endlich ist nicht zu vergessen die Swadeshi-Bewegung, d. h. die national-indische oder viel mehr bengalische, die den Boykott englischer Waren als wichtigstes Kampfmittel predigt und die Bevorzugung einheimischer Erzeugnisse eindringlich fordert.

An sich würde der moderne Hochofenbetrieb in Indien gute industrielle Vorbedingungen finden, soweit die Bodenschätze in Betracht kommen. Denn Indien ist reich an guten Eisenerzen und besitzt auch erhebliche Steinkohlenlager. So sind denn hier auch Versuche zur Einführung europäischer Massenerzeugungs-Methoden für Eisen und Stahl schon früher unternommen worden als in Japan oder China.

Schon im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts regte Josiah M. Heath die Begründung der Indian Steel Chrom and Iron Company an, die 1833 ins Leben trat und im südwestlichen Indien in Porto Novo und in Beipur einen Hochofen sowie Puddel- und Walzwerke anlegte und in Betrieb setzte. Zuerst hatte dieses neue Eisen- und Stahlwerk mit mancherlei Schwierigkeiten zu

24*



kämpfen. Indessen genoß es die eifrige Unterstützung der Regierung zu Madras und erzielte immer weitere Erfolge, sodaß sich die ursprüngliche Gesellschaft schon 20 Jahre nach der Eröffnung ihrer Tätigkeit in eine neue Gesellschaft mit 400000 Pfund Sterling Aktienkapital umwandeln und eine umfangreiche Tätigkeit entfalten konnte. Sie baute zwei neue Hochofenwerke für Holzkohlenbetrieb in Poolamputty im Salem-Distrikt und in Trinomalhy im südlichen Arcot-Distrikt. Von hier aus war man imstande, gutes Roheisen zu günstigen Preisen nach London zu verkaufen.

Indessen hielten sich diese günstigen Verhältnisse nur so lange, als Roheisen in den Schiffen nach England als Ballast verfrachtet werden konnte. Sobald dies jedoch durch die Verschiebungen innerhalb des Handelsverkehrs aufhörte, gingen die Werke zugrunde, zumal die Versuche, den Puddelprozeß durch den Bessemerprozeß zu ersetzen, keinen Erfolg hatten. Der Betrieb mußte daher im Jahre 1864 eingestellt werden. Andere Hochöfen, die mit Holzkohlen gefeuert wurden, gingen noch schneller zugrunde.

Steinkohlen werden zwar schon seit 1820 in Indien gewonnen, aber erst seit etwa 20 Jahren lebhafter abgebaut. Noch 1885 betrug die indische Steinkohlenproduktion nur 1,29 Millionen Tonnen, 1892 wurden auf 87 Gruben von 34901 Arbeitern gegen 2½ Millionen Tonnen gewonnen. 1901 war die Steinkohlenerzeugung auf 6,64 Millionen Tonnen gestiegen, 1905 auf 8417739 Tons, wovon allein auf Bengalen 7,2 Millionen Tonnen entfallen. Die Einfuhr und Ausfuhr kommt dagegen wenig in Betracht: erstere betrug 1905 nur 173000 Tonnen, letztere 833000 Tonnen. 1906 stieg die Steinkohlenproduktion auf 9783250 Tonnen. Ihr Wert stellte sich in den Jahren 1905 auf 1413443 Pfund Sterling, 1906 auf 1912042 Pfund Sterling. Der Löwenanteil der Produktion entfiel auf die Gondwana-Gruben in Bengalen. In mächtigen Lagern finden sich Steinkohlen namentlich zwischen Ganges und Godawari, und zwar im Damodar-Tal (Gruben von Ranigwandsch und Kararbari, welche neun Zehntel aller indischen Kohle liefern), in Tschutia Nagpur, bei Wurrora in den Zentralprovinzen, im Narbada- und im Godawari-Tal, ferner in Assam und am Himalaja (bei Dardschiling) und im Salzgebirge im Pendschab. Japanische Kohle, die früher viel eingeführt wurde, ist durch Hebung der indischen Kohlenförderung zurückgedrängt worden. Andererseits hat sich die Ausfuhr von Kohlen nach Singapore gehoben: 1906 betrug sie zum erstenmal mehr als 1 Million Tonnen.

Eisenerze sind sehr verbreitet, zuweilen solche von

großem Reichtum und hoher Güte; so in Britisch-Birma, im Distrikt Mungir am Ganges, im Himalaja, in Sind, im Dekhan und besonders bei Porto Novo südlich von Pondicherri. Die Gewinnung des Eisens aus den Erzen ist im allgemeinen eine sehr primitive; nur zu Berrackur im Damodar-Tal wird von der Regierung Bengalens ein großes Eisenwerk (Jahresproduktion 23200 Ton.) betrieben.

Am günstigsten sind natürlich auch in Indien die Gegenden gestellt, wo sich Eisenerze und Steinkohlen nahe beisammen finden. Dies gilt namentlich von einzelnen Teilen Bengalens.

So ist denn das größte indische Eisen- und Stahlwerk der letzten Jahrzehnte in Barrakur in Bengalen entstanden. Hier errichtete 1875 die „Bengal Iron Works Comqany" eine Hochofenanlage und eine Gießerei. Aber schon 4 Jahre später mußte der Betrieb wieder eingestellt werden. Da indessen die englische Regierung die Wichtigkeit des Vorhandenseins eines Eisen- und Stahlwerkes erkannte, übernahm sie 1881 die Anlagen der „Bengal Iron Works Company", ja sie erweiterte dieselben noch bedeutend durch den Bau zweier neuer Hochöfen und durch Ausgestaltung der Gießerei. 1890 trat die Regierung das Werk wieder an eine Privatgesellschaft ab. Diese vergrößerte es noch weiter. — Im gleichen Jahre begründete die Regierung ein noch größeres Eisenwerk im Distrikt Raniganji, wo Eisenerz und Steinkohle zusammen vorkommen. Hier sollten hauptsächlich Eisenbahnmaterial, Schienen und Schwellen hergestellt werden.

Auch das Eisenwerk von Sini im Chanda-Distrikt der Zentralprovinzen Indiens wäre zu nennen; und endlich in der Präsidentschaft Madras, also im Süden Indiens, die dortigen Eisenwerke. Die größten indischen Hochöfen haben übrigens unter der Beschaffung von Zuschlagskalk zu leiden.

Die Eisenerzeugung der indischen Hochöfen betrug i. J. 1896 46000 Tonnen; 1900 war sie auf 63000 Tonnen gestiegen. Die Förderung von Eisenerzen machte 1905 einen Wert von 13872 Pfund Sterling aus, 1097 einen solchen von 11341 Pfund Sterling — während in derselben Zeit der Wert der Produktion von Zinnerz sich von 9917 auf 13799 Pfund Sterling hob. Der Abbau von Eisenerz hat sich i. J. 1906 auf 74106 Tonnen gestellt gegenüber 102527 i. J. 1905 und 71608 Tonnen i. J. 1904. Die geförderten Mengen waren hauptsächlich für die Eisenwerke in Barrakur bestimmt, das übrigens von den Engländern häufig „Barrakar" geschrieben wird. — Die Eisenerzeugung der kleineren



Eisenbetriebe in den Zentralprovinzen hat sich in den letzten Jahren ein wenig gehoben.

Es ist interessant, diesen Zahlen gegenüber zu beobachten, wie sich die Einfuhr von Eisen und Stahl stellte. 1900—1901 wurden 170000 Tonnen Eisen eingeführt, 4 Jahre später sogar 275600 Tonnen und in den gleichen Jahren 92600 bzw. 211600 Tonnen Stahl. Der lebhafte Bedarf der Eisenwerke hat viel zu diesen Summen beigetragen. 1892—93 hatte die Einfuhr von Stahl nur 5199075 Tonnen, 8 Jahre vorher sogar nur 126713 Tonnen betragen. Die Einfuhr von Eisen hatte sich 1892—93 ebenfalls erst auf 1861126 Tonnen gestellt. Lehrreich ist dabei, daß sich in die Einfuhr gewöhnlich eigentlich nur Großbritannien und Belgien teilten, daß es aber der belgischen Einfuhr schon Anfang der 90er Jahre gelungen ist, die englische zum Teil zu überflügeln. In den letzten Jahren ist auch die amerikanische Industrie auf dem Plan erschienen.

Jedenfalls hält die indische Eisen- und Stahlindustrie nicht mit dem wachsenden Verbrauch des Landes Schritt.

Andererseits ist es der europäischen Einfuhr auch nicht gelungen, die indischen Metallgewerbe allzu stark in den Hintergrund zu drängen. Mit Zähigkeit halten diese an ihren alten Traditionen fest. Die indischen Handwerker arbeiten noch heute mit den einfachen Werkzeugen, die sie aus Urväterzeiten überkommen haben. Zum Teil benutzen sie merkwürdige Vorrichtungen: der Schreiner z. B. eine rechtwinklig gebogene Hacke, der Schmied einen kleinen Amboß, vor dem er kauert, um einen schwerfälligen Fächer in Bewegung zu setzen, der das Herdfeuer in Glut erhält. Überhaupt werden fast alle Gewerbe nach der Sitte des Orients in hockender Stellung betrieben. In jedem Dorf finden sich Weber, Töpfer, Ölmüller und Schmiede. Diese führen den Namen „Lohars".

Nach der Überlieferung war Daud — das ist David — der Erfinder der Eisenbearbeitung. Eisen sei in seiner Hand wie durch ein Wunder geradezu wie Wachs gewesen. Er verkaufte die Eisenbarren, die er herzustellen wußte, um dadurch seinen Lebensunterhalt zu gewinnen — seit seinen Tagen sei daher das Eisen in Indien im Gebrauch. Deshalb rufen die indischen Schmiede den Daud vor dem Beginn einer Arbeit an. Donnerstags verbrennen sie zu seinen Ehren Räucherwerk. Ihre soziale Stellung ist eine niedrige.

Daß sie größtenteils Analphabeten sind, kann bei der



weiten Verbreitung der Unbildung in Indien nicht wunder nehmen. Und doch würde es für sie von hoher Wichtigkeit sein, sich eine bessere Bildung anzueignen, da die Eisenindustrie in Indien gebieterisch ein Fortschreiten verlangt. Die Nachfrage nach Eisenwerk für den häuslichen Gebrauch und für mannigfache andere Zwecke — wie zum Beispiel der Bedarf an eisernen Schiffen — steigt fortgesetzt. Und selbst wenn, wie bisher, der größere Teil solcher Waren vom Auslande eingeführt wird, so sind doch für Reparaturzwecke Schmiede unentbehrlich, die über die geistige Fähigkeit und über das nötige technische Verständnis verfügen, um wenigstens einfachere Reparaturen sachgemäß vornehmen zu können. Der Bedarf an gelernten Eisenarbeitern ist in Indien schon heute sehr groß und wird zweifellos noch weiter steigen.

In den westlichen Landesteilen und in Bundelkhand gibt es kleine Banden wandernder Schmiede, die von Ort zu Ort ziehen, stets in Begleitung ihrer Familien und ihres ganzen Hab und Gutes. Sie benutzen dabei Karren von merkwürdigem Aussehen, in denen sich ihr häusliches Leben abspielt. Ihrer Angabe nach stammen sie von den Radschputen von Chittore ab. Als diese Stadt von den Mughals geplündert wurde, begannen ihre Einwohner ein umherschweifendes Wanderleben: sie legten das Gelübde ab, niemals irgendwo sich wieder niederzulassen, sondern beständig Waffen zu schmieden, bis Chittore seinen früheren Glanz wieder gewonnen haben würde. Die englische Regierung hat im Laufe des 19. Jahrhunderts diese umherschweifenden Waffenschmiede in mühsamer Arbeit gezwungen, statt der Schwerter Pflugscharen zu schmieden. Bekanntlich sind von der Regierung besondere Gesetze erlassen worden, um das Waffentragen und die Anwendung tödlicher Waffen zu verhindern. Die „Pax Britannica“ und die „Arms Act“ sind mit Nachdruck durchgeführt worden.

Vor dem Eindringen der Engländer in Indien war die Herstellung von Waffen dort von großer Bedeutung. Die mannigfachen Fürsten und Häuptlinge mußten schon im Interesse der Selbsterhaltung Wert auf den Besitz größerer Waffenmengen legen. Aber auch orientalische Prunksucht trug dazu bei, dem einzelnen den Besitz vieler schöngearbeiteter Waffen wünschenswert zu machen. So mochte jede Stadt und jede kleine Burg eine Menge von Waffenschmieden beherbergen. Besondere Berühmtheit genoß Agra für Kettenpanzer, während Schwerter aus Dehli sehr begehrt waren; sie wurden aus eingeführtem Stahl (Faulad) verfertigt. Man unterschied damals in Indien allgemein vier Klassen von Schwertern:



Außer den Faulad-Klingen eingeführte Schwerter (Vilayti), ferner die Asils, d. h. die berühmten Klingen von Gujrat, und endlich Khanasay, d. h. Schwerter von heimischer Erzeugung.

Heute soll es dagegen nach einer kürzlich erschienenen Veröffentlichung der indischen Regierung nur noch etwa ein halbes Dutzend Schwertfeger in den indischen Provinzen geben, und zwar mit Einschluß der 2 oder 3 in Rampur und bei dem Maharadja von Benares.

Die Zahl der Metallarbeiter insgesamt soll in Indien gegenwärtig etwa 23000 betragen — eine außerordentlich kleine Zahl, wenn man bedenkt, daß die Bevölkerung Indiens auf etwa 300 Millionen geschätzt wird.

Merkwürdig ist, daß der Aberglaube in dem Eisengewerbe Indiens stark von seinen europäischen Formen abweicht. Während man es in Europa als ein Zeichen des Glückes betrachtet, wenn man ein Hufeisen findet, bedeutet dies in den Augen der Hindus Unglück. Ja der Mohammedaner glaubt fest daran, daß er ein Unglück auf das Haupt seines Feindes herunterziehen könne, wenn er dessen Namen auf ein Hufeisen schreibt und dieses dann ins Feuer legt.

Übrigens werden europäische Feuerwaffen moderner Konstruktion von klugen indischen Schmieden in Rampur und Bareilly sehr geschickt und mit völliger Genauigkeit kopiert. Kleine Eisenwaren werden dagegen in Meerut mit großem Geschick hergestellt und zwar so billig, daß nicht einmal amerikanische Kleineisenwaren damit in Wettbewerb treten können. Auch die Herstellung von Luntenschlössern erhielt sich bis in die letzten Jahrzehnte. Einige wurden auf der Pariser Ausstellung des Jahres 1867 ausgestellt, eines davon erhielt einen Preis von 750 Franken, andere wurden leicht verkauft.

Die Mehrzahl der heutigen Eisenarbeiter in Indien ist indessen damit beschäftigt, Pflugscharen und andere landwirtschaftliche Gegenstände anzufertigen oder häusliche Gebrauchsgegenstände, wie z. B. Kochtöpfe, Eimer usw. Der englisch-indischen Regierung liegt ungemein viel daran, daß die Eisen- und Stahlindustrie in Indien möglichst ausschließlich diesen friedlichen Beschäftigungen dient. Denn nichts wird von den Engländern in Indien mehr gefürchtet als eine Wiederholung des großen indischen Aufstandes, der 1857/58 die englische Herrschaft dort an den Rand des Abgrundes brachte. Nur unter Aufbietung aller Kräfte war es England damals möglich, den Aufstand niederzuschlagen. Bekanntlich regt sich nun seit einigen Jahren, namentlich in

Bengalen, abermals eine erbitterte Stimmung gegen die weißen Herren des Landes, die man am liebsten verjagen möchte. Deshalb erscheint es der englischen Regierung von größter Bedeutung, alle Mittel anzuwenden, um die Erzeugung von Waffen und Kriegsmaterial in möglichst engen Grenzen zu halten. Wer weiß aber, ob nicht noch einmal der Eisen- und Stahlindustrie in Indien beschieden sein wird, ganz wie früher nicht nur für die Werke des Friedens tätig zu sein. . . .

Die Entwickelung der deutschen Nähnadelindustrie vom Handwerk zum Großbetriebe.

Von P. HUNDSDÖRFER.

Die Hälfte des Weltkonsums an Nähnadeln wird von deutschen Fabriken geliefert (ca. 30 Millionen täglich). Die deutsche Nadelindustrie beschäftigt in 60 Fabriken gegen 6000 Arbeiter. Diese Zahlen erscheinen im Vergleich zu anderen Gewerben der Metallveredelung klein, indessen muß die dem Rohstoff erteilte Wertsteigerung bei solchen Vergleichen in Betracht gezogen werden.

Aus einem Kilogramm Stahldraht, das ungefähr 30 Pf. kostet werden in einem 50 Arbeitsstufen umfassenden Herstellungsverfahren 5000 Nähnadeln hergestellt, die einen Handelswert von 15 Mk. besitzen. Der Stahldraht hat also eine 50fache Wertsteigerung erfahren.

Die Nadelindustrie ist deutscher Herkunft. Sie hat allerdings auf dem Umwege über England wichtige Wandlungen durchgemacht, die den Verdacht entstehen ließen, daß sie auch dort geboren sei. Die folgenden Untersuchungen werden das Nadlergewerbe von diesem Verdacht reinigen und zwar um so gründlicher, als sie die Entwickelung der Industrie von ihrer Entstehung an verfolgen werden.

Die erste Veranlassung zur Verwendung von nadelartigen Werkzeugen fand der Mensch der Vorzeit, als er bei seinem Vordringen in kältere Gegenden Schutz vor den Unbilden des Wetters suchte und sich eine wärmere Kleidung beschaffte. Er legte die Felle seiner erbeuteten Gegner und Jagdobjekte, der Höhlenbären, der Renntiere usw. um seinen Körper. Um diese Felle zu einer seiner Gestalt angepaßten Kleidung vereinigen zu können, benutzte er jenes erste Universalwerkzeug, den Feuersteinsplitter. Er diente ihm dazu, aus dem Geweih des Renntieres Nadeln zum Einstechen von Löchern an den Fellrändern zu fertigen. Anfangs wurden diese Nadeln zum Zusammenhalten der Teile gleich in den Löchern stecken gelassen — Stecknadeln! Später wurden dann durch die Löcher Riemen oder Därme zum Vereinigen der einzelnen Fellstücke gezogen. Dem gleichen Zwecke dienten auch Fischgräten, spitze Knochenstücke, die durch den Feuersteinsplitter oder durch Schleifen auf einem Stein brauchbar gemacht wurden. Die Natur selbst bot die Dornen als will-



kommene Werkzeuge dar. Noch heute finden wir bei Völkerschaften, die in den Anfängen der Kultur stehen oder wenig mit anderen Stämmen in Berührung kommen (z. B. Eskimos, Südseebewohnern), diese primitiven Werkzeuge im Gebrauch.

In den meisten Fällen jener vorgeschichtlichen Verwendung handelt es sich nicht um eigentliche Nähnadeln, die zur Einführung eines fadenförmigen Verbindungsmittels in Stoffe zu ihrer mechanischen Vereinigung dienen sollen. Vielmehr wurde das Werkzeug nur zur Erzeugung eines Loches benutzt, wie der Pfriem des Schusters. An eine zweckentsprechende Verwendung der Nähnadel ist erst zu denken, als der Mensch Zeit gewann, an den Schmuck seiner Kleidung zu denken.

Die Geschichte bietet nur geringen Anhalt, die Entwickelung der Nadel im Altertum zu verfolgen, aber die vielfach (Homers Gedichte) beschriebenen Erzeugnisse ihrer Kunstfertigkeit und die Funde von sehr geschickten Nadelarbeiten in ägyptischen Königsgräbern lassen auf eine für die damalige Zeit bereits weit entwickelte Form schließen.

Die Stecknadel ist allerdings eine Erfindung der Neuzeit. Zum Befestigen von Gewändern u. dergl. wurden früher allgemein die Spange, sogenannte Fibula, benutzt, die unserer Sicherheitsnadel gleicht und auch noch heute bei den Völkern des Orients und der Tropen vorwiegend im Gebrauch ist, da beim Fehlen der geschlossenen Kleidung des Abendländers die Stecknadel zu wenig Sicherheit gegen Lösung der Gewänder und Verlieren der Nadeln bietet.

Bei den aus vorgeschichtlichen Funden bekannten Bronzenadeln ist das Öhr in der Mitte der Nadel. Aus Metall gefertigte Nadeln kannten bereits die alten Babylonier, Griechen, Römer, Kelten; sie bestanden damals wie auch bis in das Mittelalter hinein aus geschmiedetem Metall (Bronze, Eisen). Sie wurden durch Dünnhämmern von Stäben hergestellt, die durch Schleifen oder Feilen weiter verjüngt wurden. Das Öhr entstand durch Umbiegen und Anlöten oder Annieten des einen Endes; auch spaltete man das Kopfende auf und vereinigte die Spaltenden wieder. Später durchbohrte man das platt geschlagene Nadelende.

Mit Rücksicht auf den schweren Dienst, den die Nadel, besonders die Nähnadel zu verrichten hat, wurden allmählich immer härtere und widerstandsfähigere Stoffe gewählt bis zum Stahldraht, aus dem sie heute zum Nähen fast ausschließlich gefertigt werden.

Die ursprüngliche Herstellung war — wie der Anfang jeder gewerblichen Tätigkeit — Nebenberuf der hauptsächlich Landwirtschaft treibenden Bevölkerung. Sie stellte sich aus selbst gewonnenen Rohstoffen die notwendigen Gebrauchsgegenstände zur Befriedigung aller vorkommenden Bedürfnisse her. Als aber mit der Entwickelung der Kultur sich auch die



gewerblichen Bedürfnisse vermehrten und verfeinerten, stiegen die Anforderungen an die zur Anfertigung weiblicher Handarbeiten dienenden Werkzeuge. Die im Nebenberuf erlangte geringe Geschicklichkeit des Landmannes genügte nicht mehr zur Herstellung brauchbarer Nadeln, sondern es war die berufsmäßige Handfertigkeit eines Schmiedes nötig, der dank seiner natürlichen oder ererbten Geschicklichkeit und durch fortgesetzte Übung den Ansprüchen genügen konnte.

Ein sich nur auf Schmiedearbeiten beschränkender Mann mußte genügend Arbeit und Abnehmer für seine Erzeugnisse finden, wenn er mit seiner Tätigkeit das Leben fristen wollte; gewerbsmäßige Ausübung seiner Beschäftigung war nötig.

Zu den Grundbedingungen für die Entwickelung eines Handwerkes zum öffentlichen Gewerbe gehört das Zusammenleben der Menschen in Städten und Dörfern. Während nun das städtische Leben bei den Völkern des Altertums zu hoher Blüte gelangt war, pflegten die Bewohner Deutschlands sich bis in den Beginn der christlichen Zeitrechnung hinein in einzelnen Höfen anzubauen. Die Folge hiervon war, daß sich in unserem Lande die Gewerbe sehr spät entwickelten. Wir finden deshalb noch in germanischen Grabstätten der neueren Zeit in technischer Hinsicht recht unvollkommene Nadeln.

Das Schmiedehandwerk ist als die erste Betriebsform der Nadelindustrie zu betrachten. Die Anfänge dieser Entwickelung sind fast ganz in Dunkel gehüllt. Die Gräberfunde der Vorzeit erlauben nur einen sehr mangelhaften Einblick in die Kunstfertigkeit der alten Schmiede auf dem Gebiete der Nadelherstellung.

Denn aus Eisen hergestellte Gebrauchsnadeln sind wenig widerstandsfähig gegen Witterungs- und Erdeinflüsse; sie verrosten in kurzer Zeit. Die bronzenen Gewandnadeln der Gräberfunde waren aber den Toten nur wegen ihres Wertes als Schmuckstücke mitgegeben.

Neben den vom Schmied gefertigten Metallnadeln waren bis in das Mittelalter hinein besonders für gröbere Arbeiten aus Holz oder Horn geschnitzte Nadeln üblich, deren Form an die Bratenspicknadel der Hausfrau erinnert.

Als in Deutschland mit der Änderung der Siedelungsweise das Landvolk aus den Höfen in die Städte und Dörfer strömte, wuchsen rasch die Lebensbedürfnisse und damit die Beschäftigung der Handwerker. Die Schmiede konnten nicht mehr alle Aufträge ausführen; innerhalb ihres Handwerkes trat eine weitverzweigte Arbeitsteilung ein, die Geschicklichkeit des einzelnen in seinem Sondergebiete immer mehr steigernd. Außer den nach der Herstellung der verschiedenen Gebrauchsgegenstände benannten Spezialhandwerkern (Harnisch-, Huf-, Messer-, Nagel-, Kupfer-,

Gold-, Grobschmiede) sonderten sich auch die Nadler ab, die wir bereits in Urkunden des 12. Jahrh. in Nürnberg als besonderes Handwerk erwähnt finden. Diese Nadler fertigten die Werkzeuge für die Webstoff- und Lederverfertigung an und lieferten auch der Hausfrau die Nadeln.

In dem Nadlerhandwerk trat bald eine gewisse Wohlhabenheit ein, besonders als der Bedarf an Nadeln im Zeitalter der Kreuzzüge stark stieg. Mit der Anknüpfung neuer Handelsverbindungen, denen sich die Entdeckung neuer Länder und Handelswege anschloß, nahm zu jener Zeit Handel und Verkehr in Deutschland einen außergewöhnlichen Aufschwung. Die Vorbedingungen für Massenabsatz und Massenproduktion waren jetzt gegeben, der Handwerker brauchte nicht mehr auf Bestellung zu arbeiten, er konnte sich einen Vorrat seiner Erzeugnisse anlegen; war er doch sicher, ihn bei der großen Nachfrage bald zu verkaufen.

Dazu kam, daß inzwischen ein zweiter, neben dem Absatz der Ware ausschlaggebender Faktor für die Entwickelung jedes Industriebetriebes, der Rohstoff eine erhebliche Verbilligung erfuhr. Die Erzeugung des zur Nadelherstellung notwendigen Drahtes wurde durch wichtige technische Fortschritte erleichtert. Der Drahtpreis sank, die Nadeln wurden billiger, eine Steigerung des Bedarfs war die Folge.

Der Nadeldraht wurde früher in der Weise erzeugt, daß man dünne Metallplatten schmiedete, dann zu Streifen zerschnitt, welche mit dem Hammer weiter gestreckt und gerundet wurden. Der Drahtschmied übte diese Tätigkeit gewerbsmäßig aus. Die Vereinfachung der zeitraubenden und deshalb kostspieligen Arbeit gelang am Beginn des 15. Jahrhunderts. Mit geringem Kraftaufwand, der die Mitarbeit von Frauen und Kindern gestattet — zumal besondere Geschicklichkeit nicht erforderlich — wurde der Draht jetzt durch Ziehen erzeugt. Das neue Herstellungsverfahren, wie es auch heute noch üblich ist, rundet und streckt zugleich den Draht bis zum dünnsten Faden. Anfänglich wurde der rohe zugeschnittene Draht von der landwirtschaftlichen Bevölkerung der Eisenfundstätten im Nebenbetriebe mit Handzangen durch die Löcher eines Zieheisens gezogen. Besonders am Hauptsitz der Deutschen Drahtindustrie, Iserlohn und Altena in Westfalen, war dieser Nebenerwerb üblich; bei der Ungunst des dortigen Bodens und Klimas konnte das Landvolk vom Ackerbau allein nicht leben.

Am Beginn des 14. Jahrhunderts führte Rudolf in Nürnberg (1350) das mechanische Ziehen mittels eines Haspels auf Drahtmühlen ein. Bald wurden die Wasserkräfte zum Antrieb der Drahtmühlen nutzbar gemacht, und es entstanden an vielen Orten Deutschlands mechanische Drahtziehereien. Dieser technische Fortschritt förderte kräftig das Nadlerhandwerk. Wir finden bereits um 1350 in Nürnberg, diesem Sammelpunkt des deutschen Gewerbfleißes im Mittelalter, ein durch Zunftverordnungen geregeltes

Nadlergewerbe, das sich ausschließlich mit der Nadelherstellung befaßte. Die Archive mehrerer Städte berichten bald darauf vom Vorhandensein von Nadlerzünften: Köln 1396, um 1400 herum Altena und Iserlohn, Aachen 1530. Weshalb gerade Altena und Iserlohn, welche weder im Mittelalter noch in der Neuzeit jemals eine politische Rolle spielten, eine größere Anzahl Nadelhandwerker besaßen, hat eine sehr bedeutsame Ursache. In ihnen lag der Ursprung der deutschen Drahtindustrie. In der Nähe bestanden die einzigen deutschen Eisenhütten, die in größeren Mengen gutes für die Drahtzieherei brauchbares Schmiedeeisen herstellten. Altena hatte ein Privileg auf die Herstellung grober Drahtsorten, Iserlohn für feinen Draht, wie er besonders zur Herstellung von Panzern (Draht- und Kettenpanzer) und Rüstungsteilen verwendet wurde.

Iserlohn besaß eine alte Panzerzunft und war für den ganzen Norden Europas der Hauptlieferant von Rüstungen. Als mit der Erfindung des Schießpulvers eine große Umwälzung in der Kriegsführung eintrat, wurden die Panzer als zwecklos abgelegt. Die Iserlohner Panzergilde stand vor ihrem Untergang. Ihre Arbeitskräfte wurden beschäftigungslos und mußten in einem anderen Gewerbe Unterkommen suchen. Der Drahtindustrie ging ein großes Absatzgebiet verloren. Da kam man auf den Gedanken, die frei gewordenen Kräfte und Rohstoffe für die Nadelherstellung zu verwenden. Die neue Industrie entwickelte sich infolge der günstigen Produktionsbedingungen gut. Noch in der Gegenwart ist Iserlohn neben Aachen Hauptsitz der deutschen Nadelindustrie.

Die frühe Entwickelung des Nadlergewerbes in Aachen ist besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß diese Stadt im Mittelalter Hauptsitz der deutschen Textilindustrie war. Es lag nahe, die Nadeln dort herzustellen, wo sie am meisten gebraucht wurden. Außerdem waren bereits zu jener Zeit in der Umgebung von Aachen (Stollberger Tal) noch heute blühende Messingwerke vorhanden, welche für die Stecknadelfabrikation den Messingdraht liefern. Der Aachener Bezirk besitzt Lagerstätten von Galmei — ein Zink und Kupfer enthaltendes Erz —, das bereits um 1500 zu Messing verhüttet wurde. Das Nadlerhandwerk wurde in Aachen durch die aus den Niederlanden fliehenden Opfer der Religionskriege im 16. Jahrhundert, welche sich mit Vorliebe diesem Zweige deutscher Erwerbstätigkeit zuwandten, zu großer Blüte gebracht.

Betrachten wir kurz den Arbeitsgang bei der Nadelherstellung wie er zu jener Zeit üblich war. Man unterscheidet die Roharbeit und die Blankarbeit; erstere gibt der Nadel die rohe Form, letztere dient mehr der Verschönerung und verschafft ihr besonders die Politur.

Zur Roharbeit gehört die Spitzenerzeugung und die Kopfbildung; der schwierigste Teil der letzteren Arbeit ist die Öhrherstellung. Der Nadler

des Mittelalters schnitt vom Draht ein der Nadellänge entsprechendes Stück ab, schlug das für den Kopf bestimmte Ende mit dem Hammer auf einem Amboß flach und glühte dann das Drahtstück im Feuer aus, um es weich zu machen. Die Stelle des Öhrs wurde gepflöckt, d. h. vorgezeichnet, indem das flache Drahtende auf einen spitzen stählernen Stift gelegt wurde, worauf der Nadler mit dem Hammer einen leichten Schlag auf das Drahtende gab. Er schlug mit einem kleinen Locheisen das Öhr durch und rundete mit der Feile den Kopf. Dann wurden die Furchen am Öhr eingefeilt, die das Einfädeln des Fadens und das Flachlegen des doppelten Fadens beim Durchziehen der Nadel durch den Stoff erleichtern sollen. Nach dem Anschleifen der Spitze war die Nadel fertig. Bei schlechtem Material machte die Öhrherstellung Schwierigkeiten, denn das Loch riß auf. Häufig wurde deshalb das breitgeschlagene Drahtende gespalten und die Spaltenden durch Zusammenklopfen wieder vereinigt. Die fortschreitende Verbesserung der Drahtzieherei erhöhte die Güte des Rohmaterials soweit, daß ohne Aufreißen das jetzt noch übliche Durchschlagen des Kopfendes erfolgen konnte. Das mittelalterliche Zunftwesen bildete die Handgeschicklicheit weiter. Die deutschen Nadler lieferten Nadeln, die infolge ihrer Kleinheit, Glätte und Elastizität in der ganzen Welt gesucht wurden.

Das Gewerbe fing an sehr einträglich zu werden; Angehörige fremder Nationen fanden sich in Nürnberg ein, um es zu erlernen. Die neue Industrie konnte indessen nur in Ländern mit gutem Roheisen Erfolge zeitigen, da ein brauchbarer Eisendraht die erste Bedingung war. Hierfür kamen damals neben Deutschland nur noch Spanien in Frage; beide Länder waren bis über die Mitte des 16. Jahrhunderts die Nadellieferanten Europas.

Um 1545 ließ sich in der Vorstadt Whitechapel von London ein spanischer Neger als Nadelmacher nieder. Er nahm sein Berufsgeheimnis mit ins Grab. Die Nadelmacherkunst verbreitete sich im Inselreiche nur langsam, und wiederholt mußten die Engländer noch bei deutschen Meistern in die Lehre gehen. 1650 wurde Elias Kruse nach London geholt, um die englischen Zunftgenossen in die Einzelheiten der deutschen Fabrikation einzuweihen. 1665 entstand die Londoner Nadlerinnung mit Adam und Eva als Zunftwappen und der Inschrift: Sie nähten Feigenblätter zusammen und machten Schürzen daraus. Das Rohmaterial, der Eisendraht, mußte aus Deutschland bezogen werden; man entschloß sich deshalb dazu, zunächst die Drahtzieherei gründlich zu erlernen. 1667 ließ die Königin Elisabeth deutsche Arbeiter aus der Zwickauer Gegend unter Führung eines Drahtmüllers nach England kommen. Die Engländer waren gelehrige Schüler und überholten ihre Lehrer bald. Die Stahldrahtfabrikation entwickelte sich schnell weiter, und es kam dahin, daß die deutschen Nadler

den Draht aus England beziehen mußten, wenn sie konkurrenzfähig bleiben wollten. Die englische Nadel gelangte zu Weltruf und begann langsam das deutsche Fabrikat zu verdrängen.

In Deutschland wurde durch die Wirren des 30jährigen Krieges das Nadlerhandwerk fast gänzlich vernichtet. In den größeren Städten, welche der Standort der Nadelindustrie waren, stockte jede Erwerbstätigkeit; die Bürger konnten nicht einmal die zum notdürftigsten Leben erforderlichen Mittel aufbringen. Aus Nürnberg verschwanden die Nadler und flüchteten in benachbarte Orte, besonders nach Schwabach, das spärer der Sitz einer blühenden Nadlerzunft wurde. Sie hatte noch im Anfang des 19. Jahrhunderts 270 Mitglieder und 100 Werkstätten; gegenwärtig bestehen noch mehrere bedeutende Nadelfabriken dort.

Die allgemeine Not des deutschen Landes führte zu einer völligen Versumpfung des Zunftlebens. Überfüllung und mangelnder Absatz steigerten den Wettbewerb; durch Aufnahmeerschwerung, Befähigungsnachweis, scharfe Abgrenzung der Arbeitsgebiete und Beschränkung der Arbeitskräfte suchte man den Kleinbetrieb zu erzwingen. Diese Mittel hatten leider vollen Erfolg. Die Einführung jedes auf Arbeitsteilung abzielenden, von außerhalb (England) herantretenden Fortschrittes wurde verhindert. Die Verschlechterung der eigenen Leistungen erleichterte die Konkurrenz des Auslandes.

Der Mangel an Kapital sowie die Unmöglichkeit, die hergestellten Nadeln am Fabrikationsort selbst abzusetzen, zwang auf Organisation des Absatzes zu sinnen. Die Vorteile der Auffindung neuer Handelsbeziehungen mit dem Auslande konnte der Handwerksmeister mit seinen beschränkten Mitteln nicht ausnutzen. Unternehmungslustige Meister begannen sich von wohlhabenden Kaufleuten das Rohmaterial zur Nadelherstellung zu leihen. Um billigen Draht zu erhalten, hatten die Zünfte selbst bereits Drahtzieher als Mitglieder aufgenommen, die nur für die Zunft arbeiteten. Um den Meistern ohne Kapital nicht die Selbstständigkeit zu rauben und sie zu Angestellten der Kaufleute zu stempeln, mußten letztere Zunftmitglieder werden. Die Zunftordnung zwang sie zur Erlernung des Nadlerhandwerkes, damit sie die Güte der Nadeln, welche die von ihnen unterstützten Meister lieferten, beurteilen konnten. Durch schlechte Ware sollte der Ruf der Zunft nicht leiden. Die scharfe Zunftkontrolle leistete aber auf die Dauer keine Gewähr für die Nadelqualität. Der Zunftkaufmann (Verleger) konnte Teilarbeiten an der Nadel, z. B. das Polieren, auch durch nicht zünftige Handwerker ausführen lassen, die nicht einmal am Orte der Zunft ihren Wohnsitz hatten.

Es mußten andere Mittel ersonnen werden, um die Verleger zur Lieferung guter Nadeln anzuhalten. Der Markenzwang wurde eingeführt. Die Nadeln mußten in Umhüllungen verkauft werden, die eine Marke ver-



schloß. Sie trug ein Zeichen, welches die Herkunft der Nadel und ihren Hersteller dem Käufer offenbarte. Jeder Meister und Verleger durfte zwei Marken führen, eine für die feinen aus Stahldraht verfertigten Nadeln, eine andere für mindere, eiserne Nadeln.

Die Gliederung des Nadlerhandwerkes hatte sich inzwischen geändert. Der Meister machte in seiner Werkstatt an dem Nadelwerkstück nur noch die Roharbeit, d. h. er fertigte Spitze und Kopf (Façonmeister). Er lieferte seinem Auftraggeber, dem Verleger, die halbfertigen Nadeln ab. Der Verleger ließ sie dann in eigenen Werkstätten fertig stellen. Bedingt war diese Arbeitsteilung durch die Einführung einer neuen Scheuervorrichtung, die eine große Anzahl Nadeln auf einmal polierte. Das Geld zur Anschaffung dieser Maschine konnte der kleine Meister nicht aufbringen. Damit nicht durch die Blankarbeit Nadeln verdorben wurden und in den Handel gebracht die den Zunftruf schädigten, durften halbfertige Nadeln außerhalb der Zunft nicht verkauft werden. Nur in der Zunft konnte man die sorgfältige Fertigstellung zu verkaufsfähigen Nadeln überwachen. Leider war es schwer zu vermeiden, daß der Verleger auch als Zunftmitglied die Blankarbeit von nichtzünftigen, wenig geschulten Handwerkern ausführen ließ, weil sie billiger arbeiteten. Die Meister hatten trotz ihres Sträubens gegen die Fortschritte der Technik eine Neuerung rückhaltlos angenommen, das waren die durch Wasser angetriebenen Schleifsteine, Schleifmühlen genannt. Sie nahmen ihnen die ungesunde Arbeit des Spitzenschleifens ab, schafften allerdings eine neue Gattung von Teilarbeitern, die Schleifer. Während bis dahin der Verleger nur das Polieren der Nadeln besorgte, nahm er jetzt auch die Schleifer in seinen Sold. Die Tätigkeit des Façonmeisters blieb auf die Öhrherstellung beschränkt. Der gespitzte Draht wurde ihm vom Verleger ins Haus geliefert. Die Schleifmühlen kamen in der Mitte des 18. Jahrhunderts auf; die Wasserläufe um Altena, Iserlohn, Aachen und Burtscheid finden wir dicht mit ihnen besetzt, kein Gefälle ist unausgenutzt geblieben. Vielfach wurden auch Mahlmühlen mit Schleifständen versehen. Die Schleiferei war eine recht gefährliche Arbeit, da der Schleifstaub den Arbeitern in die Lungen drang und das Zerspringen der schnell umlaufenden Steine ihr Leben gefährdete.

Hinzu kam die kalte feuchte Luft in den Wassermühlen. Diesen schlechten Einflüssen widerstanden auf die Dauer auch die festesten Naturen nicht. Da trocken geschliffen werden muß, um das Rosten der Nadeln zu verhindern, wurden gegen den scharfen Staub während der Arbeit Nase und Mund mit feuchten Tüchern verbunden. Trotzdem war die Lungenschwindsucht der übliche Abschluß der Schleiferlaufbahn. Schutzmaßregeln zur Staubbeseitigung kamen erst am Anfang des 19. Jahrhunderts in Aufnahme. Die Schleifer wurden gut bezahlt, trotzdem fand



man nicht immer in ausreichender Zahl Arbeiter für diese ungesunde Beschäftigung. In Schwabach wurden längere Zeit Zuchthäusler mit dem Schleifen von Nadeln beschäftigt.

Es mag hier eingeschaltet werden, daß der als Universalkünstler wie auch als Ingenieur gleich berühmte Leonardo da Vinci bereits um das Jahr 1500 das Problem einer selbsttätigen Nadelschleifmaschine zu lösen versucht hat. Zeichnungen sind noch vorhanden. Sie ist allerdings, wie so viele Erfindungen dieses seiner Zeit so weit vorausgeeilten Genies, niemals ausgeführt worden.

Die gute Bezahlung der Schleifarbeit verführte ärmere Zunftmitglieder dazu, die Nadelmacherei aufzugeben und als Schleifer in den Dienst der Verleger zu treten. Allmählich gerieten die meisten Zunftmeister in Abhängigkeit von den Verlegern. Sie wurden Heimarbeiter der Hausindustrie, und verarbeiteten im Auftrage eines Kaufmannes das Rohmaterial zur fertigen Ware. Nur die wohlhabenden Meister, welche die Mittel besaßen, um größere Mengen Draht zu kaufen, konnten sich ihre Selbstständigkeit bewahren. Sie ließen den Draht durch Arbeiter zerlegen und spitzen und nahmen die übrigen Arbeiten in ihrer eigenen Werkstatt vor. Die Anschaffung von Schleif- und Poliermühlen war aber auch für diese Meister wegen der hohen Kosten nicht möglich. Diese Maschinen wurden von der Zunft als gemeinsames Eigentum angeschafft. Die Meister mieteten die Arbeitsstände.

Die Drahtherstellung mußte aufgegeben werden. Die Drahtziehereien der niederrheinischen Produktionsorte konnten guten Draht auch in den erlangten kleinen Querschnitten viel billiger herstellen als die Zunft.

Die wirtschaftliche Selbständigkeit der Meister ging jetzt vollends verloren; sie mußten Draht von auswärtigen Ziehereien kaufen, die ihn nur in größeren Mengen abgaben. Die Mittel zum Kauf fehlten den Meistern; der Verleger mußte ihnen den Rohstoff borgen. Der hausindustrielle Betrieb hatte den Sieg über das Handwerk davongetragen. Die Vorzüge der eingeführten Arbeitsteilung, als deren hauptsächlichster die gleichmäßige Güte der Ware erkannt wurde, machten es unmöglich, daß in der Nadelindustrie das Handwerk als selbständige Betriebsform wieder auferstand. Den erhöhten Anforderungen an Technik, Kapital, und kaufmännischen Unternehmungsgeist vermochten die Meister nicht zu genügen.

Der wachsende Wettbewerb des Auslandes forderte nähere Fühlung mit der Kundschaft, um ihre Wünsche kennen zu lernen. Ein weitverzweigter Welthandel mußte eingerichtet werden. Er verlangte große Beweglichkeit, welche der Handwerker nicht besaß. Eine neue Betriebsform mußte ihn aufnehmen. Die Leitung ging in die Hand des

Kaufmanns über, sein Kontor wurde der Mittelpunkt der Produktion. Er erforschte die Bedürfnisse des Marktes nach den einzelnen Nadelsorten, erkundete die Absatzorte und beschaffte zu billigstem Preise den Rohstoff im Großkauf. Die Nadlermeister arbeiteten zwar wie früher mit ihren eigenen Werkzeugen in ihren Wohnungen; die Preise der Nadeln aber und den ihnen zukommenden Verdienst bestimmte der Verleger, sie waren Stücklohnarbeiter geworden.

Die aus England entstandene Konkurrenz drückte stark die Preise und verführte leider kleinere Verleger zu unlauteren Machenschaften, um trotzdem zu verdienen. Zunächst wurden die im Auslande als zuverlässig eingeführten Marken bekannter englischer Firmen nachgemacht. In die Nadelbriefe wurden weniger Nadeln eingezählt, als das Etikett anzeigte. Schlechte Nadeln wurden unter gute gemischt, eiserne unter stählerne. Es ist festgestellt, daß für den Tauschhandel mit den Urbewohnern Afrikas und Amerikas Nähnadeln ohne Öhre angefertigt wurden. Diese unsauberen Geschäfte wirkten natüriich noch weiter auf die gedrückte Lage ungünstig ein. Die deutschen Nadeln waren als unsolide bekannt, und die englische in den Händen weniger reicher Unternehmer befindliche Industrie gewann immer mehr die Oberhand. Zur Verminderung der Produktionskosten griffen die Verleger in einzelnen Orten zu einem Verzweiflungsmittel. Frauen und Kinder wurden für die Façonarbeit angelernt. Kinder von 6 Jahren schlugen das Kopfende der Nadel platt, zeichneten das Öhr vor und schlugen es durch, Das Kopfbefeilen besorgten die Frauen. Diese Arbeistkräfte waeren zwar sehr billig, denn die ganze Familie konnte an der Nadelherstellung tätig sein. Aber die durch lange handwerksmäßige Übung erworbene und in vielen Generationen vererbte Handgeschicklichkeit fehlte. Das Ergebnis war recht kläglich. Trotz weitgehender Arbeitsteilung und Ausnutzung minderwertiger Hilfskräfte sanken am Ende des 18. Jahrh. die Nadelpreise immer weiter. Die schlechte Lage der Arbeiter nahm zu. Façonmeister waren nicht vorhanden. Die Verleger hielten sich Meister, welche den ganzen Betrieb überwachten.

Jeder Anlauf, die Lage durch Einführung der im Auslande erprobten technischen Verbesserungen zu heben, wurde durch die strenge Handhabung der Zunftgesetze im Keim erstickt. Die Behörden unterstützten leider dieses Streben. Sie ordneten in mehreren deutschen Staaten an, daß die Verleger ein größeres Vermögen (6000 M) nachzuweisen hätten. Sie mußten außerdem Meister werden und auch ein Jahr als solcher tätig sein. Der Aufschwung der Industrie wurde durch derartige Bestimmungen lahm gelegt, den unternehmungslustigen Kaufleuten wurde ihre Tätigkeit als Nadelverleger erschwert.



Der Mangel an Mitteln hinderte auch die Instandhaltung der Arbeitsgeräte, besonders der Schleif- und Poliermühlen. Sie befanden sich nach langjährigem Gebrauch in einem Zustande gänzlicher Verwahrlosung Schadhaftes Triebwerk im Verein mit Wassermangel der Bäche im Sommer und Eisverstopfung im Winter zwangen die Schleifer häufig zur Arbeitsunterbrechung, die wieder auf die anderen Arbeiter zurückwirkte. Die Industrie hing vom Witterungswechsel ab. Auch die unglückliche wirtschaftliche Zerstückelung Deutschlands mit ihren vielen Zollschranken beeinflußte schädlich den Handel und die Gewerbe.

Wir müssen jetzt einen Blick auf den Konkurrenten werfen, dessen Fabrikate den deutschen Verlegern das Leben schwer machten und die einheimischen Nadeln nicht nur vom Weltmarkt, sondern auch im eigenen Lande zu verdrängen anfingen.

In England hatte sich das Handwerk unter dem Schutze einer einsichtsvollen Regierung in anderen Bahnen entwickelt Die nach London übertragene deutsche Nadelmacherkunst war aus dieser Stadt längst verschwunden. Sie hatte sich der in Birmingham ansässigen Kleineisenindustrie angeschlossen und war in das benachbarte Redditch übergesiedelt. Nicht eingeengt dnrch Zunftschranken entwickelte sich dort im 17. und 18. Jahrh. eine umfangreiche Hausindustrie; sie wurde von kapitalkräftigen Unternehmern, welche keine strenge Bestimmungen abschreckte, schnell in einen Fabrikbetrieb übergeführt.

England hatte schon in der Mitte des 18. Jahrh. Nadelfabriken, in deren Räumen sich die Arbeiter der freien Hausindustrie sammelten und die Massenherstellung von Nadeln betrieben. Als Watt der Welt mit der Dampfmaschine einen neuen Motor schenkte, welcher die alten unzuverlässigen Wasserräder ersetzte und in jeder gewünschten Kraftgröße zur Verfügung stand, waren nur noch die Verleger in der Lage die Anschaffungskosten für die Arbeitsmittel aufzubringen.

Die Regsamkeit der englischen Unternehmer sann auf Verbesserung der Handarbeit. Es entstanden Geräte, welche die Geschicklichkeit der Arbeiter unterstützten. Bereits am Ende des 18. Jahrh. besitzt die genlische Nadelindustrie mechanisch angetriebene Fallhämmer zum Pressen der Nadelköpfe und Spindelpressen zum Durchstoßen der Öhre. Diese Maschinen konnten auch von weniger geschickten Arbeitern bedient werden und lieferten trotzdem gute Nadeln. Sie erledigten die schwerste Stufe des Herstellungsverfahrens, die Kopferzeugung, auf mechanischem Wege und schalteten die Handarbeit hierfür aus. Allerdings war die menschliche Arbeit und die Handgeschicklichkeit des Arbeiters insofern noch beteiligt, als der Arbeiter die rohen Werkstücke an die richtige Stelle der Maschine legen mußte. Er beeinflußte noch die Güte der Ware.

Der Draht, das Rohprodukt unserer Industrie hatte inzwischen in Verbindung mit den Fortschritten der englischen Roheisenerzeugung eine solche Gütesteigerung erfahren, daß die deutschen Nadelmacher, falls sie nicht den Wettbewerb in guten Nadeln aufgeben wollten, den Draht aus England beziehen mußten. Die Engländer kauften die ganzen Produktion des schwedischen Holzkohleneisens, das vorzüglich für die Stahldrahtzieherei geeignet war und brachten die deutschen Nadelmacher in Abhängigkeit.

Der Sieg im Konkurrenzkampf neigte sich stark auf Englands Seite, als in den Kriegsunruhen am Beginn des 19. Jahrh. die in Aachen und Iserlohn ansässigen Nadelarbeiter zu Kriegsdiensten herangezogen wurden. Die Napoleonischen Kriege hatten zwar für Aachen, das 23 Jahre lang unter französischer Herrschaft stand, den Erfolg, daß bereits 1798 die Zunftschranken fielen, die in den übrigen deutschen Ländern bis 1868 die freie Entwickelung des industriellen Lebens stark hinderten. Die Folgen dieser Befreiung machten sich aber für Aachen erst nach den Kriegen bemerkbar.

Das von den Kriegsunruhen wenig berührte Schwabach hatte den Vorteil von der Schädigung seiner übrigen deutschen Mitbewerber, besonders als Napoleon durch die Kontinentalsperre auf längere Zeit den englischen Handel nach dem Festlande lahmlegte. Nach den Zunftberichten waren 1805 in Schwabach 1400 Arbeiter beschäftigt und stellten jährlich 200 Millionen Nadeln her. Dieser Aufschwung nahm noch zu bis zum Jahre 1814 — 1600 Arbeiter und 300 Millionen Nadeln —. Damit war aber auch der Höhepunkt der Entwickelung erreicht. Nach dem Frieden nahm Aachen und Iserlohn den Wettbewerb wieder auf und vergrößerten ihre Betriebe. Die Industriellen dieser Städte erkannten gleichzeitig die Ursachen des Absatzverfalles für die deutschen Nadeln und für das siegreiche Vordringen der englischen Erzeugnisse. Man sah ein, daß die um 1837 in Deutschland auftauchenden englischen Nadeln ihre Gleichmäßigkeit und Güte nicht durch Handarbeit erhalten haben konnten, sondern daß Maschinen, von denen man gerüchtweise gehört hatte, bei ihrer Anfertigung eine wichtige Rolle spielten. Eine von der Firma Milward in Redditch eingeführtes maschinelles Herstellungsverfahren trug seine Früchte. Die deutschen Nadeln konnten fortan nur zu gedrückten Preisen verkauft werden. Die englische Industrie war Siegerin auf dem Weltmarkte.

Es wurde jetzt eine Lebensfrage für das einheimische Gewerbe, den Gang der englischen Fabrikation kennen zu lernen, um ihn dann in die eigenen Werkstätten zu übertragen. Retter der Industrie wurde die Firma Stephan Witte in Iserlohn. Der älteste Sohn des Firmen-



inhabers reiste 1893 nach England und verschaffte sich in Redditch Eingang in Nadelfabriken. Er stellte zunächst fest, daß zwei zu einem Schaft zusammenhängende Nadeln gleichzeitig der Öhrbildung unterworfen wurden, und daß die hierzu benutzten Maschinen — ein Fallwerk zum Prägen und eine Spindelpresse zum Lochen — eine ganz erstaunliche Leistung besaßen. Während ein Arbeiter mit reiner Handarbeit pro Tag 1750 Nadelköpfe fertigte, stellen in den englischen Fabriken 3 Männer, 2 Frauen und 2 Kinder 80000 Köpfe her. Unter der Berücksichtigung der billigeren Arbeitskräfte und der besseren Arbeit ist die Leistung der Maschinen als zehnfach höher zu bezeichnen. Die Ursachen des englischen Sieges waren enthüllt, die Feile und Hammer führende Hand mußte der Maschine weichen.

Witte brachte von seinem Aufenthalt in Redditch englische Maschinen mit und führte sie in seinem Betrieb ein. Pastor in Burtscheid bei Aachen folgte ihm bald. Seit jener Zeit unternahmen die größeren Firmen regelmäßig Studienreisen nach England, um an Ort und Stelle die Fortschritte kennen zu lernen.

Die erste Folge der Einführung des Maschinenbetriebes war die Verminderung der Arbeiter. Gegenüber der Leistungserhöhung war vorläufig an eine entsprechende Erhöhung des Absatzes nicht zu denken. Die Einführung der Maschinen vernichtete ferner die Heimarbeit. Die kleinen Handwerker konnten sich die neuen Arbeitsmittel nicht anschaffen. Der wohlhabende Unternehmer mußte sie ihnen in seinen Fabrikräumen zur Verfügung stellen. Mit dem Ersatz der Wasserkräfte durch Dampfmaschinen wurden auch die Schleifer freizügig und verlegten ihre Tätigkeit in die Fabriken. Der Heimarbeiter wurde Lohnarbeiter der Fabrik.

Die Umwandlung des Handwerkes in den Fabrikbetrieb vollzog sich am schnellsten in Aachen, weil dort die Zunftstreitigkeiten nicht störend eingriffen. Am meisten blieb Schwabach in der Entwicklung zurück. Wohl sah man hier ein, daß der Untergang der Nadelindustrie nur durch die Nachahmung des englischen maschinellen Herstellungsverfahrens aufgehalten werden konnte. Es fehlten aber die Mittel, um die große Zahl der Fabrikanten und Meister mit Maschinen zu versehen. Der intelligente Städtler, der für Schwabach die gleiche Bedeutung wie Witte für Iserlohn hat, machte vergebliche Versuche, seine Genossen zu einer Studienreise nach England, Aachen oder Iserlohn zu bewegen. Er schlug vor, gemeinsame Fabriken zu errichten und zur Wiedergewinnung des an die Engländer verloren gegangene Absatzgebietes eine größere kaufmännische Organisation mit Agenten in allen wichtigen Seestädten einzuführen. Gemeinsamer Drahtbezug sollte die Unkosten verringern. Indessen blieb es bei Vorschlägen. Als die Not und Be-



schäftigungslosigkeit wuchs, ließ die Stadt Nadeln auf Vorrat arbeiten, um die Handwerker wenigstens vor dem Verhungern zu schützen. Die jüngeren Nadler gingen zu anderen Gewerben über. Endlich — leider zu spät, um den Untergang noch aufzuhalten, — holte man 1851 aus Aachen einen Meister und Maschinen, der eine Fabrik für die Öhrherstellung einrichtete. Der Versuch mißlang aber, weil man mit ungeübten Arbeitern zu schnell Erfolge erwartete. Nach Aufhebung der Innungen entschloß sich Städtler allein einen großen Betrieb einzurichten. Seine bereits seit 1794 bestehende Werkstatt wurde von der Aachener Maschinenfabrik Budgens neu eingerichtet und 1869 als Fabrik mit Dampfbetrieb eröffnet. Sie hatte anfangs 70 Arbeiter, 30 davon mußten aus Aachen geholt werden, da in Schwabach brauchbare Kräfte nicht mehr vorhanden waren. Die Städtlersche Fabrik ist nebst vier anderen kleineren Betrieben der Überrest einer einst blühenden Nadelindustrie. Mit dem zehnten Teil der Arbeiter werden jetzt ebensoviel Nadeln hergestellt, wie das ganze Schwabacher Handwerk in seiner Blütezeit fertigte.

Vorstehende Betrachtungen lehren, daß die deutsche Nadelindustrie nur gezwungen durch den englischen Wettbewerb eine andere Betriebsform annahm. Die englischen Fabrikanten hatten einen bedeutenden Vorsprung erreicht, als sie die im Handbetriebe durchgeführte, weitverzweigte Arbeitsteilung und Massenproduktion der selbsttätigen Werkzeugmaschine überließen (1824 Einführung der Schaftschneidemaschine, 1831 Spitzenschleifmaschine, 1837 Loch- und Stanzmaschine). Diese Maschinen sind erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrh. der deutschen Industrie diensbar gemacht worden (1878 Spitzmaschine, 1872 Lochmaschine, 1878 Stampfmaschine), nachdem ein großer Teil der Kundschaft zu den billiger arbeitenden englischen Fabriken übergegangen war.

Diese deutschen Maschinen, in den Werkstätten von Kaiser-Iserlohn und Budgens-Aachen hergestellt, werden jetzt in England allgemein eingeführt. Denn unseren Fachleuten gelang ihre Verbesserung zu bedeutend erhöhter Leistungsfähigkeit.

Die Entwickelung einer dem englischen Großbetriebe ebenbürtigen Industrie konnte bei uns aber erst beginnen, als in Deutschland 1868 mit dem Eintritt der Gewerbefreiheit die alle Gewerbe einengenden Schranken fielen und der Zollverein die den Handel sperrenden Hindernisse beseitigte.

Leider hatten die deutschen Fabriken zu lange mit der Einführung der Fortschritte einer modernen Technik in ihrem Betriebe gezögert, als daß sie nun plötzlich alles nachholen konnten. Die Industrie war in viele kleine Fabriken zersplittert, welche aus Mangel an Kapital mit den Großbetrieben Englands nicht Schritt halten konnten. Noch heute

haben nur wenige Fabriken mehr als 200 Arbeiter. Die durch den Maschinenbetrieb auch den kleinen Fabrikanten ermöglichte Produktionserhöhung fand bei dem scharfen Wettbewerb keinen Ausgleich in der Erweiterung des Absatzgebietes. Viele Länder sperrten sich durch Zollschranken ab, um die eigene Industrie zu schützen. Da jedes Werk seine Betriebseinrichtungen möglichst ausnutzen wollte, war Überproduktion die Folge. Der Verkaufspreis sank, ohne daß die Unkosten sich verringerten. Der Zusammenschluß kleiner Fabriken zu Großbetrieben war wohl in England zu beobachten, wo bereits um die Mitte des Jahrhunderts die Firma Milward in Redditch 500 Arbeiter beschäftigte aber nicht in Deutschland. Zur Gründung großgewerblicher Unternehmungen fehlte unseren Fabrikanten Kapital und Unternehmungslust. Der technische Tiefstand vieler Nadelfabriken reizte rührige Unternehmer, den Konkurrenzkampf mit neuen gut eingerichteten Betriebsstätten aufzunehmen zu versuchen. Die Folge war, das Überproduktion und Preisdrückerei immer maßloser wurden.

Besonders schwer machten sich diese Erscheinungen iu jenem Teil der Industrie bemerkbar, welcher die billigsten, fast ausschließlich für den Export bestimmten Nadeln herstellte. Hauptsitz hierfür ist Iserlohn, das nahezu zwei Drittel des ganzen Weltbedarfes erzeugt. England hat diese wenig lohnende Fabrikation beinahe ganz aufgegeben und tritt nur in der besseren Ware mit den Aachener Fabriken in Wettbewerb.

Als seit 1850 kein Steigen der Verkaufspreise eintrat und ohne Gewinn gearbeitet wurde, als der schlechte Geschäftsgang auch nicht durch Verkürzung der Arbeitszeit und durch Arbeiterentlassungen merklich zu bessern war, versuchte man, die in anderen Industriezweigen zur Erhöhung des Gewinnes entstandenen Organisationen auch auf das Nadelgewerbe zu übertragen. Für die Gründung von Unternehmerverbänden bietet es besonders günstige Vorbedingungen. Die vorhandenen Betriebe sind ziemlich gleichmäßig eingerichtet, die Fabrikation vollzieht sich in ihnen mit wenigen Abweichungen in den gleichen Arbeitstufen. Die Zahl der Betriebe ist gering, in Deutschland kommen gegen 55 Nadelfabriken in Betracht. Die Ware ist nicht dem Wechsel unterworfen, größere Quantitätsunterschiede sind leicht festzustellen.

1888 versuchte man durch ein Preiskartell das weitere Sinken der Verkaufspreise aufzuhalten; es hatte nur zweijährige Dauer, da Außenseiter die Vereinbarungen bald durchbrachen. Auch ein zweiter Versuch (Iserlohner Syndikat 1895) schlug fehl. 1907 schlossen sich die für billige Exportnadeln in Betracht kommenden Firmen zu einem Verkaufskartell zusammen (Deutsche Nadelindustrie G. m. b. H.), um einheitlich die Verteilung der Warenabsätze zu regeln. Diese Vereinigung umfaßt alle



Iserlohner, Altenaer und Schwabacher, mehrere Aachener und einige ausländische (österreichische) Fabriken. Auch dieser Verband scheint seine Absichten nicht zu erreichen. Zurzeit wird ein Produktionskartell angestrebt, die entwickeltste Form der gewerblichen Organisationen. Angeregt sind diese Bestrebungen durch weitere Verbesserungen der Nadelfabrikationsmaschinen durch die Firma Kaiser-Iserlohn in der letzten Zeit. Sie ermöglichen eine bedeutende Leistungsfähigkeit, erhöhen aber die Gefahr der Überproduktion, der nur durch Betriebseinschränkung der vorhandenen Fabriken zu begegnen ist. Es ist anzunehmen, daß mit der Verwirklichung dieser Bestrebungen eine Gesundung der Industrie eintritt. Eine gemeinsame wirtschaftliche und technische Leitung kann dann die unrentablen Betriebe ausschalten, die ergiebigen aber erheblich vereinfachen und verbessern und so die Unkosten verringern.

Die antiken Hypothesen über das Wesen der physikalischen Grundkräfte

VON ARTHUR ERICH HAAS.

(Vorgetragen in der 81. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, Salzburg 1909).

In der Geschichte fast aller Wissenschaften, deren Anfänge bis in das Altertum zurückreichen, begegnet uns die auffallende Erscheinung, daß zu einer Zeit, da der gesammelte Stoff noch einen recht geringen Umfang aufwies, um so mächtiger die philosophische Spekulation gedieh, die in kühnem Streben die letzten Wahrheiten der Wissenschaft zu ergründen suchte. Diese in der Eigenart des hellenischen Geistes tief begründete Tatsache offenbart sich besonders deutlich in der Geschichte der Physik. Den Keim, aus dem sich die einzelnen Zweige dieser Wissenschaft zu entwickeln begannen, stellt die Frage nach dem Wesen der Kräfte dar, die die physikalischen Grunderscheinungen hervorrufen, denen Bewegung und Schall, Magnetismus und Elektrizität, Wärme und Licht ihr Entstehen verdanken. Es soll nun die Aufgabe dieses Vortrages sein, eine kurze Übersicht über die reiche Fülle der Hypothesen zu liefern, durch die die griechischen Forscher diese Gruppe von Problemen zu lösen versuchten.

Als die Grundursache der mechanischen Vorgänge erscheint in der antiken Naturlehre die Gravitation. Neben ihr kommen als unmittelbare Ursachen der Bewegungen eigentlich nur die Handlungen belebter Wesen in Betracht, zumal die antiken Physiker infolge ihrer Unkenntnis des Beharrungsvermögens einen besonderen Grund nicht nur für die Entstehung, sondern auch für die Fortdauer jeder Bewegung annehmen zu müssen glaubten. Die Vorstellungen, die sie über das Wesen der Gravitation hatten, hängen daher auf das engste mit ihrer Zweiteilung der Bewegungen in natürliche und in erzwungene zusammen. Unter allen Richtungen, in denen sich von einer bestimmten Stelle des Raumes aus ein gegebener Körper bewegen kann, gibt es nämlich nach der Grundannahme der antiken Dynamik stets nur eine einzige Richtung, in der eine Bewegung



ohne einen Aufwand an Kraft möglich ist. Eine Bewegung, die in dieser, für jeden Körper durch seine Natur festgelegten Richtung erfolgt, heißt daher eine natürliche, jede andersartige aber eine erzwungene oder gewaltsame. In der antiken Physik lassen sich nun, wenn man von unwesentlichen Einzelheiten absieht, am ehesten drei verschiedene Theorien der Gravitation unterscheiden, die man nach ihren Hauptvertretern als die aristotelische, die epikureische und die platonische bezeichnen könnte.

Die erste dieser Theorien, die sich bereits bei ANAXAGORAS angedeutet findet, die ihre eigentliche Ausbildung durch ARISTOTELES erhielt und die mit einigen Änderungen auch in die stoische Naturlehre überging, war im Altertume jedenfalls am meisten verbreitet. Sie beruht auf der alten Vorstellung, daß der irdische Teil des Weltalls in vier, den vier Elementen entsprechende Regionen zerfalle, die in der Reihenfolge von unten nach oben der Erde, dem Wasser, der Luft und dem Feuer zukämen. Für jeden Grundstoff ergibt sich also nach dieser Hypothese ein natürlicher, ein „ihm eigener“ Ort, den er auf einer Geraden zu erreichen trachtet, die durch den Ort seines Aufenthaltes und durch den Mittelpunkt der Erde festgelegt ist. Je nach der Lage des natürlichen Ortes bewirkt daher die Gravitation eine Bewegung nach unten oder nach oben, zu dem Mittelpunkte hin oder von ihm weg. Neben der Schwere nimmt die aristotelische Lehre also auch die Leichtigkeit als eine wesentliche Eigenschaft der Materie an. Absolut schwer ist demnach die Erde, absolut leicht das Feuer. Die übrigen Elemente sind nach der Ansicht des ARISTOTELES nur relativ schwer oder leicht, indem es von der Art ihrer Umgebung abhängt, welche von beiden Eigenschaften sich äußert.

Mit der aristotelischen Theorie der Gravitation stimmt die epikureische in der Grundannahme überein, daß für jeden Punkt im Raume eine durch ihn gehende Gerade festgelegt sei, die stets für einen an der betreffenden Stelle befindlichen Körper die Richtung der natürlichen Bewegung angebe — wie immer auch dieser Körper beschaffen sei. Im Gegensatze zu der aristotelischen sieht aber die epikureische Theorie eine Bewegung auf dieser Geraden nur dann als natürlich an, wenn sie in der einen bevorzugten Richtung, in der nach unten erfolgt. Die Atomiker verwarfen daher ebenso wie auch STRATON die Annahme einer absoluten Leichtigkeit und erblickten in der Schwere eine allgemeine physikalische Eigenschaft, die sie allen Körpern ohne Ausnahme zu-



schrieben. Die immerhin bisweilen zu beobachtende Aufwärtsbewegung leichter Körper erklärten sie einfach durch den Hinweis darauf, daß ja von niedersinkenden schweren Körpern minder schwere gewaltsam nach oben gedrängt werden müßten.

Im völligen Gegensatze zu den beiden bisher besprochenen Gravitationstheorien nimmt schließlich die platonische Lehre an, daß sich eine bestimmte Richtung der natürlichen Bewegung überhaupt nicht von bloß geometrischen Gesichtspunkten aus festlegen lasse, daß vielmehr hierfür allein die Substanz maßgebend sei, aus der der Körper bestehe. Denn in der Schwere erblickt PLATON nichts anderes als das Streben des Verwandten zum Verwandten, als den Trieb des Teiles zum Ganzen. Die Richtung der natürlichen Bewegung führt also dieser Theorie zufolge zu dem Orte, an dem sich die größte Menge des gleichartigen Stoffes befindet. So stellt für jeden Körper das ihm Verwandte das unten, daß ihm Fremde aber das oben dar, zu dem er sich nur gegen seine Natur unter dem Einflusse einer Kraft bewegt; und hierdurch entfällt auch die schwierige Frage, ob es absolut leichte Körper überhaupt gebe.

Eine besondere Art der mechanischen Vorgänge erkannten schon die antiken Physiker in den akustischen Phänomenen. Sie waren fast durchweg davon überzeugt, daß der Schall in nichts anderem bestehe als in einer Erschütterung der Luft, die sich von dem tönenden Körper bis zu unserem Ohre fortpflanze. Schon die älteren Naturphilosophen wie ANAXAGORAS und EMPEDOKLES vertraten diese Ansicht; ARISTOTELES erblickte bereits die Ursache der Erschütterung in einer Verdichtung der Luft, und die Stoiker lehrten ausdrücklich, daß sich der Schall in kugelförmigen Wellen ausbreite. Eine ganz vereinzelte Stellung nahm daher die von EPIKUR und seinen Anhängern vertretene akustische Emissionstheorie ein, der zufolge der Schall aus Atomen bestehen soll, die sich nach Art der optischen Abbilder von dem tönenden Gegenstande ablösen und bei dem Eindringen in unser Ohr die Gehörsempfindung hervorrufen. Die ältere, aber richtigere Lehre DEMOKRITS nahm noch an, daß der Strom der Atome nicht bis zu dem Ohre selbst gelange, sondern nur die dazwischen liegende Luft in Bewegung versetze.

Sehr unbestimmt waren die Vorstellungen, die die antiken Physiker über das Wesen der thermischen Vorgänge hatten, zumal sie in der Kälte einen von der Wärme auch qualitativ verschiedenen Zustand der Materie erblickten. Die fast allgemein ver-



breitete Ansicht war die, daß die Wärme eines Körpers durch die Anwesenheit von feurigem Grundstoffe hervorgerufen werde. Nur die Atomiker führten die Wärmeerscheinungen auf eine Bewegung zurück, als deren Träger sie besondere kugelförmige Atome annahmen.

Unter den wenigen magnetischen und elektrischen Phänomenen, die den Alten bekannt waren — ohne daß sie sich freilich über deren inneren Zusammenhang klar geworden wären — was es vor allem die magnetische Anziehung, die die antiken Physiker zur Hypothesenbildung anregte. Eine mechanistische Theorie, die besonders PLATON, PLUTARCH und LUCREZ vertraten, suchte diese Anziehung durch die Unmöglichkeit eines leeren Raumes zu begründen. Der Magnet sendet dieser Lehre zufolge windartige Ausflüsse aus, die die unmittelbar angrenzende Luft verdrängen und sie dadurch veranlassen, wiederum auf die vor ihr liegende zu stoßen. Dieses Spiel wiederholt sich nun im Kreise, bis die Luft den entstandenen leeren Raum wieder einnimmt und hierbei auch das Eisen mit sich zieht. Auf dieselbe Ursache führte diese Theorie auch die Anziehungskraft des Bernsteins zurück, der aber die Ausflüsse nur dann ausstoßen könne, wenn seine Poren vorher durch Reibung geöffnet worden seien. Eine andere Gruppe von Physikern suchte das rätselhafte Verhalten des Magnetes durch Zuhilfenahme panpsychistischer Vorstellungen zu erklären. Sie schrieben entweder, wie schon THALES, dem Magnete eine Seele zu oder aber nahmen sie bei dem angezogenen Eisen einen Trieb zum Verwandten oder doch ein Streben nach etwas an, was dem Eisen fehle, im Magnete aber enthalten sei.

Den größten Reichtum an Hypothesen weist unter allen Zweigen der antiken Physik die Optik auf. Man kann als die wichtigsten am ehesten sieben verschiedene Theorien des Sehens unterscheiden, als deren Hauptvertreter die mathematische Schule, EPIKUR, DEMOKRIT, PLATON, ARISTOTELES, die Stoiker und die Neuplatoniker erscheinen.

Die erste dieser Lehren, die von den Pythagoreern begründete Sehstrahlentheorie, bildete, da sie sich infolge ihrer Einfachheit am ehesten für eine mathematische Behandlung eignete, die alleinige Grundlage der exakten optischen Untersuchungen; EUKLID, HERON, PTOLEMAEUS und viele andere zählten zu den Anhängern dieser Theorie. Die Sehstrahlen, die im allgemeinen denselben physikalischen Gesetzen unterliegen sollen wie die Sonnenstrahlen, strömen nach der Grundannahme dieser Lehre aus der



Pupille auf die Gegenstände und machen diese dadurch dem Auge sichtbar. Sie treten aus dem Sehloche in Gestalt eines kreisförmigen Kegels und breiten sich geradlinig und mit außerordentlicher Geschwindigkeit aus. Auf dem Wege vermindert sich jedoch ihre Kraft beständig, so daß wir entfernte Gegenstände nur undeutlich zu sehen vermögen.

Wie die Sehstrahlentheorie führte auch die epikureische Lehre der Abbilder die Gesichtsempfindung auf eine reelle Fortbewegung einer Art optischer Materie zurück, die jede vermittelnde Teilnahme eines Mediums überflüssig erscheinen ließ. Den Ursprung dieser Bewegung verlegte jedoch im Gegensatze zu der Sehstrahlenhypothese die epikureische Theorie statt in das Auge in den Gegenstand selbst. Von der Oberfläche aller Körper sollen sich nämlich, wie die Atomiker lehrten, in beständigem Flusse wie dünne Häutchen Abbilder loslösen, die den Raum nach allen Richtungen durcheilen und, wenn sie in unser Auge eindringen, in ihm eine Gesichtsempfindung entstehen lassen. Die Abbilder sind also ebenso wie die Gegenstände aus Atomen zusammengesetzt und haben im allgemeinen auch dieselben Eigenschaften wie die Objekte, von denen sie sich loslösen. Infolge des geringen Luftwiderstandes breiten sie sich nach allen Richtungen mit einer außerordentlich großen Geschwindigkeit aus. Durch durchsichtige Körper gehen sie ungehindert hindurch, von rauhen werden sie zerrissen, von glatten zurückgeworfen. Die Tatsache, daß im Spiegel rechts und links vertauscht erscheinen, ließ sich allerdings nur durch sehr gekünstelte Annahmen erklären. In unser Auge dringen, wie EPIKUR glaubte, die Abbilder in so rascher Aufeinanderfolge, daß ein Gefühl der Diskontinuität nicht entstehen kann. Da aber jedes sich loslösende Bild erst die Luftschichte, die es vom Auge trennt, fortstößt und diese unser Auge leicht berührt, so können wir nach der Menge dieser Luft die Entfernung des Gegenstandes abschätzen. Daß wir auf größere Distanzen nur undeutlich zu sehen vermögen, erklärt sich schließlich nach LUCREZ einfach daraus, daß die Bilder auf dem Wege eine fortschreitende Abstumpfung erfahren.

Von der epikureischen Lehre unterschied sich die ältere Theorie DEMOKRITS insoferne, als sie nicht die Abbilder selbst in das Auge gelangen ließ, sondern nur deren Abdruck, den sie in der Luft wie ein Siegel im Wachse erzeugen sollen. Die Luft erscheint indessen bei DEMOKRIT keineswegs als ein zum Zustandekommen der Gesichtsempfindung unumgänglich notwendiges Medium, son-



dern im Gegenteile als ein Hindernis, das die Deutlichkeit der Abdrücke um so mehr beeinträchtige, je größer die Entfernung sei.

Eine Verschmelzung der Theorien der Sehstrahlen und der Abbilder stellt die Lehre von der Zusammenstrahlung oder Synaugie dar, die in Anlehnung an ältere Vorstellungen des EMPEDOKLES von PLATON ausgestaltet wurde und die auch PLUTARCH und GALEN zu ihren Anhängern zählte. Ebenso wie die Vertreter der Sehstrahlentheorie nimmt auch PLATON an, das ein inneres Licht unaufhörlich aus den geöffneten Augen strahle. Damit es aber zur Wirkung kommen könne, sei es erforderlich, daß es außerhalb des Sehorganes verwandtes äußeres Licht, und zwar in ungefähr gleicher Stärke vorfinde. Fehlt das äußere Licht, so wird der Sehstrahl abgeschnitten und erlischt; ist es aber vorhanden, so verbindet sich das innere Licht mit ihm zu einem einzigen Körper, der sich von dem Auge in gerader Linie zu dem Gegenstande erstreckt, auf den wir unseren Blick richten. Von dem Objekte aus wird nun der Lichtkörper teils durch Berührung, teils durch farbige Ausflüsse derart gestaltet, daß er in dem Auge die Gesichtsempfindung des Objektes entstehen läßt.

Ihren Höhepunkt erreichten die antiken Spekulationen über das Wesen des Lichtes in der Lehre des Aristoteles. Als einzige unter allen optischen Theorien des Altertums gründet sie sich auf die klare Erkenntnis, daß der das Sehen bedingende Vorgang nur in einer Einwirkung des Objektes auf das Auge vermittels eines dazwischen liegenden Mediums bestehen könne. Bei dem eigentlich physikalischen Prozesse unterscheidet ARISTOTELES zwei Vorgänge. Durch den ersten erlangt das nur potentiell durchsichtige, also noch dunkle Medium die aktuelle Durchsichtigkeit. In diesem Zustande erscheint es dann befähigt, den zweiten Prozeß, die Einwirkung der Farben des Objektes auf das Auge, zu übermitteln. Das Ergebnis des primären Vorganges ist also die Helligkeit des Durchsichtigen, das Resultat des sekundären die Gesichtsempfindung. Beide Prozesse beruhen nach der Ansicht des ARISTOTELES auf qualitativen Veränderungen. Daß das Licht in einer räumlichen Bewegung — etwa so wie sie die Undulationstheorie annimmt — bestehe, hat also ARISTOTELES — trotzdem es die meisten Historiker behaupten — nie gelehrt.

In einem ähnlichen Verhältnisse wie die Lehre DEMOKRITS zu der EPIKURS steht die stoische Theorie zu der Lehre der Sehstrahlen. Denn wie DEMOKRIT die Bewegung der Abbilder durch



eine Fortpflanzung ihres Abdruckes in der Luft ersetzte, so ließen die Stoiker nicht die Sehstrahlen selbst zu dem Gegenstande gelangen, sondern das Auge die dazwischen liegende Luft gestalten. Im Gegensatze zu DEMOKRIT hielten sie aber, wohl unter dem Einflusse aristotelischer Anschauungen, die Luft für ein zum Zustandekommen der Gesichtsempfindung unbedingt notwendiges Medium. Das Sehen soll nämlich ihrer Theorie zufolge in der Weise geschehen, daß von dem seelischen Zentralorgane, dem Hegemonikon, das Sehpneuma in die Pupille gelangt und die zwischen dieser und dem Gegenstande befindliche Luft in den Zustand der Spannung versetzt. Infolge dieser Spannung, die sich in kugelförmigen Wellen fortpflanzt, nimmt die Luft die Gestalt eines Kegels an, dessen Spitze im Sehloche liegt und durch den das Auge die Körper wie mit einem Stabe betastet.

Eine ganz eigenartige Stellung nahm schließlich die von den Neuplatonikern und auch von vielen Kirchenvätern vertretene Lehre ein, die die Gesichtsempfindung auf eine unvermittelte Fernwirkung der menschlichen Seele zurückführte. Das Sehen ist nach dieser Theorie durch die Sympathie bedingt, die zwischen der Seele und den sichtbaren Gegenständen als ihrer Emanation besteht. Ein zwischen Auge und Gegenstand befindliches Medium ist daher nur hinderlich, da es diese Sympathie beeinträchtigt.

In den optischen Spekulationen des Altertums hat sich am deutlichsten die Macht der naturwissenschaftlichen Phantasie offenbart, die den Griechen in so reichem Maße beschieden war. Die Hypothesen, durch die die antiken Forscher das Wesen der physikalischen Grundkräfte zu enträtseln versuchten, werden heute gewiß manchem naiv und kindlich erscheinen. Aber wir dürfen es doch nicht vergessen, daß in diesen Hypothesen zuerst das Bestreben, den Zusammenhang der Erscheinungen zu begreifen, einen bestimmten Ausdruck fand und daß es dieses Bestreben war, das erst das Studium der Natur zur Wissenschaft erhob. Der Trieb zur philosophischen Spekulation, der bei den Griechen alle Zweige des Wissens beherrschte, hat als ein Erbe der Antiken auch spätere Geschlechter bei ihren Forschungen geleitet; ja wir finden diesen immer regen Trieb gerade bei den Männern am stärksten entwickelt, denen die Physik die größten ihrer Fortschritte bis in unsere Zeit verdankt. Und in diesem Sinne erscheint auch vielleicht die Behauptung nicht zu gewagt: daß es der Geist des Hellenentums sei, der, stets lebendig, auch die moderne Naturwissenschaft beseelt.



Zur Geschichte des Leinbergerschen Luftschiffes und zur Geschichte des Metallballons überhaupt.

Von Dr. G. WAHL,
Bibliothekar der Senckenbergischen Bibliothek in Frankfurt a. M.

Wie HILDEBRANDT in der zweiten Auflage seines Buches: Die Luftschiffahrt nach ihrer geschichtlichen und gegenwärtigen Entwicklung. S. 161 angibt, war der Gedanke, den Ballonkörper aus Metall zu bauen, schon 1831 und 1844 durch MAREY-MONGE und DUPUIS-DELCOURT gefaßt und ausgeführt worden. In Wirklichkeit geht der Gedanke der Verwendung von Metall für den Tragkörper des Ballons weiter zurück. Wenn man von dem Projekt LANAS (1670), der bekanntlich luftleer gemachte Kupferkugeln als Tragkörper seines Luftschiffes verwenden wollte, absieht und das auf seinen Ideen beruhende Projekt eines Kupferballons vom Jahre 1739[1]), welches die vier Kugeln LANAS durch eine einzige, ebenfalls luftleere Kupferkugel ersetzen wollte, als phantastisch abweist, so treten uns doch im 19. Jahrhundert, noch vor dem Bekanntwerden der Ideen und Versuche von DUPUIS-DELCOURT und MAREY-MONGE, mehrere Projekte entgegen. Es sind dies die Projekte von CORTI 1821, PRECHTL 1824 und LEINBERGER 1842 (vielleicht schon 1821). Auf diese Projekte, die in der modernen Luftschiffahrtsgeschichtsschreibung nur ausnahmsweise, soweit ich sehen kann, Erwähnung finden, soll im Folgenden kurz hingewiesen werden, und dabei besonders über das LEINBERGERsche Projekt dasjenige mitgeteilt werden, was sich bei der Bearbeitung des Materials der Historischen Abteilung der Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung in Frankfurt a. M. 1909 ergeben hat. Die Tatsache, daß

---

1) Dieses Projekt ist in dem in Paris 1739 bei Bauche Père und Christophe David unter dem Titel: La Curiosité Fructueuse, Ouvrage dédié aux Curieux Intéressés. erschienenen Werk enthalten, welches unter anderem 6 Versuche mit einem Aerostaten ankündigte. — Das Buch scheint außerordentlich selten zu sein; es war nicht möglich, es mit Hilfe des Auskunftsbureaus der Deutschen Bibliotheken auf einer deutschen Bibliothek nachzuweisen. Ich kann daher nur auf die Erwähnung des Werkes bei DAVID BOURGEOIS: Recherches sur l'art de voler. Paris 1784. S. 64 verweisen.



einem sehr gut orientierten Kenner der Geschichte der Luftschiffahrt über LEINBERGER Näheres nicht bekannt ist[1]), ermutigt den Verfasser sich an diese Aufgabe heranzuwagen.

Über das Projekt CORTIS existiert ein Werk aus der Feder des Erfinders, welches im Jahre 1821 in Mailand bei P. M. Visaj erschienen ist und den Titel trägt: Sopra un aerostato a movimento orizzontale saggio . . . In cui vengono sviluppati i principii sui quali si fonda la teorica dell' innalzamento, discesa e movimento orizzontale degli Aerostati; etc. CORTI plante ein großes Ellipsoid mit metallener Oberfläche und einer Montgolfiere im Innern (?). Nach JOH. SAM. TRAUGOTT GEHLER'S Physikal. Wörterbuch, neu bearbeitet von Brandes. Gmelin. Horner. Muncke. Pfaff.[2]), dem ich diese Angaben entnehme, sollte die vertikale Achse des Ballons dreimal so groß sein als die horizontale und durch ungleiche Gegengewichte eine gegen die Falllinie geneigte Richtung erhalten. Indem dann der Ballon mit Hilfe der Montgolfiere abwechselnd schnell zum Steigen und Sinken gebracht wurde, sollte die hierbei hervorgebrachte Richtung der großen Achse im Verbindung mit anderen Vorrichtungen schiefer Flächen in Form von Fallschirmen die Bahn des Ballons bedingen. Der Verfasser des hier wiedergegebenen Artikels, MUNCKE, hält die Maschine für unausführbar in mehr als einer Hinsicht und lehnt deshalb eine ausführlichere Erörterung ab.

Das Projekt von PRECHTL ist bereits von MOEDEBECK in seinem Handbuch der Luftschiffahrt[3]) kurz besprochen worden. PRECHTL wollte einen kupfernen Ballon mit inneren Leistenversteifungen mit Wasserstoffgas füllen und in diesen einen anderen, aus einem biegsamen Stoff verfertigten, mit atmosphärischer Luft gefüllten hineinsetzen. Durch diesen inneren dehnbaren Ballon wird das absolute Gewicht des eigentlichen Ballons vermehrt und vermindert werden, und damit im umgekehrten Verhältnis auch seine Steigkraft, je nachdem er mit atmosphärischer Luft durch Kompression mehr gefüllt oder durch Auspumpen entleert wird. Auch diesen Vorschlag hält der oben genannte Bearbeiter des Gehlerschen Wörterbuches, MUNCKE, für unausführbar[4]). Doch ist die Verwendung des dehnbaren Ballons, der nichts anderes ist, als das heute wieder mit großem Erfolge

---

1) F. M. FELDHAUS: Leinberger's Dampfluftschiff (1835—1859). In Illustrierte Aeronautische Mitteilungen. Jg. 13 (1909). Heft 24, Seite 1058—60.

2) Leipzig, E. B. Schwickert, 1825. Bd. 1. S. 225 f.

3) Theil 1. S. 109. Leipzig 1886.

4) a. a. O. S. 229 ff. Anm.



angewendete, in seinen Anfängen bis auf General MEUSNIER zurückgehende Ballonet, bemerkenswert genug.

Unter den in der obengenannten Ausstellung enthaltenen Büchern befand sich aus Privatbesitz auch das „Deutsche Familienbuch zur Belehrung und Unterhaltung". In seinem ersten, in Karlsruhe 1843 erschienenen Band steht S. 61—66 ein Aufsatz über Luftschifffahrt, der nach einer kurzen Übersicht über die Vorgeschichte, Erfindung und Entwicklung der Aëronautik die Versuche des Wiener Uhrmachers JACOB DEGEN und, was hier besonders interessiert, die Pläne L. A. LEINBERGERS schildert. Hier heißt es folgendermaßen:[1])

„Neuerdings hat nun Herr LEINBERGER, Mechaniker und Physiker zu Nürnberg, bekannt gemacht, von ihm sei das Mittel gefunden, ein metallenes Luftschiff mittelst Dampf ganz nach seinem Gutdünken und seiner Willkür zu lenken. Dieses Dampffahrzeug sollte 50 Reisende mit Vorräthen und Lebensmitteln für vierzehn Tage fassen; eine Möglichkeit des Verbrennens, Zerplatzens oder Sinkens gehörte, den öffentlichen Ankündigungen zufolge, unter die unmöglichen Dinge, und die Maschine sollte, wie man weiter vernahm, im Fall sie dennoch etwa aus der Luft herab ins Meer fiele, alle Dienste eines Schiffes leisten, und an Schnelligkeit dem raschesten Dampfboote nicht im Mindesten nachstehen. Da, hieß es ferner, ein gewöhnlicher Luftballon, binnen vier und zwanzig Stunden bequem seine hundert deutschen Meilen zurücklegt, so muß ein Luftdampfboot mit archimedischer Schraube denselben an Geschwindigkeit um ein Bedeutendes übertreffen. Herr LEINBEBGER war seiner Sache so gewiß, daß er zu Aktienzeichnungen aufforderte, und die Theilnahme an seiner Erfindung, trotz mancher Täuschungen früherer Zeit, lebendig genug. Es fanden sich Leute, welche Aktien nahmen, und im September vorigen Jahres wurde dann nähere Rechenschaft über den Stand des Unternehmens abgelegt. Herr LEINBERGER, so hieß es im Wesentlichen, hat das dünne Messingblech, dessen er zu seinem Ballonkolosse bedarf, in hinreichender Menge erhalten; er baut rüstig vorwärts; 3 Gesellen und Handlanger löthen, Andere biegen und formen die Sprengungen, welche von Innen die Seitenwände ausspannen; auch Schreiner und Zimmerleute arbeiten, wissen aber nicht was. In sanfter Biegung wölbt sich schon ein Abschnitt des Ballons in die sinnreiche Hängemaschinerie, durch welche der Ballon leicht manipulirt werden kann. Dieser sollte ein wahrer Leviathan werden, da der Cylinder, an welchem zu bauen angefangen wurde, vierzig Fuß Durchmesser, hundert zwanzig Fuß Länge und hundert fünf und zwanzig Fuß Umkreis haben sollte. Der Ballon sollte wiegen fünfzehn Centner, zwei und fünfzig Centner Steigkraft haben, die Gondel acht und dreißig Centner schwer sein, sodaß vierzehn Centner Steig- und Tragkraft für mitfahrende Personen vorhanden blieben. Herr LEINBERGER hoffte Luftschiffe bis zu fünfhundert Centner Ladung herzustellen. Den „glänzendsten Erfolg" sollte ein „hier neu in der Aerostatik angewendetes Gas ganz allein sichern", und dieses allein, hieß es, machte die Ausführbarkeit der leinbergerschen Erfindung möglich. Dieses Gas sei leicht, selbst

1) Wegen der großen Seltenheit dieses Familienbuches setze ich die hier enthaltenen Angaben über LEINBERGERS Projekt in extenso her.



während der Luftfahrt unausgesetzt in jedem Bedarf zu erzeugen, mit geringen Kosten anzuschaffen, und die Füllung von etwa 84,000 Kubikfuß mit weniger als einhundert Gulden zu bestreiten, während eine ähnliche Menge Wasserstoffgas mindestens viertausend Gulden kosten würde. Dieses Gas, welches die Hälfte, und ausgedehnt ein Drittel der atmosphärischen Luft wiege, sei allein die Seele der ganzen Erfindung. Mit gewöhnlichen, runden Luftbällen, die man mit Wasserstoffgas fülle, sei die Ausführung nicht möglich, indem die Rundung dem Winde zu viel Fläche darbiete, und die Dampfmaschine mit ihrem Feuer leicht eine gefahrvolle Explosion herbeiführen könne. So aber dürfe bei „ruhigem Winde“ der Widerstand der Luft als Null betrachtet werden, und bei Windstille könne die archimedische Luftschraube oder das Ruderrad, jede beliebige Richtung mit Dampfkraft erzwingend, binnen vier und zwanzig Stunden mindestens zweihundert Stunden zurücklegen, bei günstigem Winde aber vierhundert. Bei konträrem Winde werde lavirt, und ein besserer Luftstrom gesucht, wobei sich die Gaskraft auf das Glänzendste erproben und durch die Dampfkraft der Ballon sich im Luftkreise einen neuen, noch unberechenbaren Schnelllauf bilden werde. Alle, welche an der neuen Erfindung Theil nähmen, würden aufgefordert, sich mit fünf Gulden Beitrag der ersten aeronautischen Gesellschaft Deutschlands in Nürnberg anzuschließen, damit „diese erste und größte Erfindung des Jahrhunderts so vollständig ausgeführt werde, als die Großartigkeit und Wichtigkeit derselben es erfordere“. Der Ballon werde nur fünftausend Gulden kosten; Green's Luftball habe eine Summe von 84000 Gulden erfordert. Herr LEINBERGER trage den vierten Theil der Kosten, und verpflichte sich, mit seinem Luftschiffe jede deutsche Stadt zu besuchen, in welcher ein Ausschuß zur Beförderung seines Unternehmens sich gebildet haben werde. Höheren Orts habe der Erfinder nirgends Unterstützung gefunden. Dagegen kündigte Herr LEINBERGER an, daß er mit einem außerdeutschen Staate eine Übereinkunft getroffen habe, und bevor er dorthin abreise, geneigt sei, Freunden der Erfindung, Plan, Zeichnung und Beschreibung des Schiffes gegen die Erlegung eines preußischen Thalers mitzutheilen. Nun ist aber seit dem 18. September 1842, an welchem Tage Herr LEINBERGER seinen Aufruf ergehen ließ, nichts weiter von dieser „großartigen und wichtigen Erfindung“ gehört worden, als daß auch dieses projektirte Luftschiff zu Wasser geworden ist. Die Berechnungen sollen sich als durchaus irrig ausgewiesen haben. Während der letzten Versammlung der Naturforscher zu Mainz erklärte der ausgezeichnete Physiker, Professor W. EISENLOHR aus Karlsruhe: daß, wenn man die Mittheilung des Vorstandes der Nürnberger Luftschifffahrtsgesellschaft über die Größenverhältnisse des metallenen Ballons, das Gewicht der anzuhängenden Dampfmaschine und der übrigen Theile der Rechnung über die Steigkraft des Ballons, bei einer Beurtheilung zum Grunde lege, daraus die Unmöglichkeit hervorgehe, sich mit Hülfe dieses Apparates in die Luft zu erheben, wenn nicht das von dem Mechanikus LEINBERGER entdeckte Gas eine beträchtliche negative Schwere besitze. Es sei also nur unter dieser Voraussetzung, welche zu mancherlei sonderbaren Folgerungen führe, von dieser Erfindung ein Resultat zu erwarten.“[1])

1) Vgl. Amtlicher Bericht über die 20. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte zu Mainz im September 1842. Mainz 1843, S. 71. — EISENLOHR hatte von der physikalischen Sektion den Auftrag erhalten einen Bericht über LEINBERGERS Luftschiff zu erstatten; er entledigte sich dieses Auftrages in der Sitzung am 22. September 1842.

Der wesentlichste Teil dieser Darstellung dürfte auf die eigenen Angaben LEINBERGERS in dem erwähnten Aufruf vom 18. September 1842, zurückgehen. Eine fast gleichlautende Mitteilung über den Bau des LEINBERGERschen Luftschiffs findet sich in der Didaskalia vom 25. September 1842, wo in einer aus Leipzig vom 20. September 1842 datierten Notiz angegeben wird, daß LEINBERGER seit acht Tagen fest und tätig durch die nun nicht mehr gestörte Ablieferung des dünnen Messingbleches mit dem Bau seines Ballonkolosses beschäftigt sei. Diese Angaben im Deutschen Familienbuch 1843 und in der Didaskalia 1842 ermöglichen einen zuverlässigen terminus ante quem für die Datierung der LEINBERGERschen Erfindung, nämlich den September des Jahres 1842. Die interessante und dankenswerte Veröffentlichung über LEINBERGERS Dampfluftschiff von FELDHAUS (s. o.), die uns nach einem Wiener Blatt die Kenntnis der äußeren Erscheinung eines Modelles von LEINBERGERS Messingballon vermittelt, vermutet, daß LEINBERGER ein Nachbeter von GIFFARD ist, dessen erstes, praktisch ausgeführtes Luftschiff am 24. September 1852 aufgestiegen ist. Diese Vermutung trifft, wie man sieht, nicht zu, vielmehr steht die Originalität des deutschen Erfinders und die Priorität seiner Konstruktion vor GIFFARD unzweifelhaft fest. Ebensowenig trifft aber auch die Vermutung einer Abhängigkeit von MAREY-MONGE zu, die FELDHAUS a. a. O. äußert; auch wieder aus chronologischen Gründen. LEINBERGERS Projekt erlebte den Versuch einer Ausführung im September 1842; die Vorbereitungen zur Herstellung des Metallballons von MAREY-MONGE wurden dagegen nach seinem eigenen Zeugnis erst im Januar 1843 vorgenommen[1]). Es kommt hinzu, daß die Form der Tragkörper eine ganz verschiedene ist: MAREY-MONGE wählte die Form des Kugelballons[2]), während LEINBERGERS Luftschiff zylinderförmig mit zugespitzten Enden war. MAREY-MONGE hat vielleicht seinerseits die LEINBERGERschen Gedanken gekannt; wenigstens erwähnt er in seinen

1) MAREY-MONGE: Études sur l'aérostation. Paris 1847. S. 189. — Vgl. auch die deutsche Bearbeitung dieses Werkes von FERDINAND STEINMANN: Die Luftschifffahrtskunde und ihre Anwendung zur Communication, zu Reisen und zu Gütertransporten. Weimar 1848. S. 150 und DUPUIS-DELCOURT: Nouveau Manuel complet d'Aérostation. Paris 1850. S. 261.

2) Abbildungen dieses Metallballons finden sich u. a. in den oben erwähnten Werken von MAREY-MONGE auf Tafel IV und STEINMANN auf Tafel III; ferner, wie mir Herr Dr. LIEBMANN, Frankfurt a. M., freundlichst mitteilt, auf dem Tableau de l'art aérostatique et de la direction des ballons. Encyclopédie BOUASSE-LEBEL; schließlich auch bei LECORNU: La navigation aérienne. Paris 1903. S. 157.

Etudes sur l'aérostation[1]), daß LEINBERGER aus Nürnberg die Verwendung eines nach Art der archimedischen Schraube konstruierten Rades in der Luftschiffahrt vorgeschlagen habe. In diesem Rade dürfen wir wohl das in LEINBERGERS Projekt angewendete „Ruderrad" erblicken.

Wie es scheint, ist nun aber das Projekt des Dampfluftschiffes von LEINBERGER noch erheblich älter. Der Hallenser Professor MARCHAND teilte in einem Vortrag in Berlin am 12. Januar 1850 mit[2]), daß der Vorschlag des Nürnberger Mechanikus LEINBERGER, ein hohles Kupferschiff zu bauen, mit heißem Wasserdampf zu füllen, und mit einer Dampfmaschine zu dirigieren, bereits 30 Jahre vorher in die Welt gesendet sei; und in der Tat berichtet die von MARCHAND als Quelle angegebene Allgemeine Preußische Staats-Zeitung für das Jahr 1821 in ihrem 62. Stück, daß der Nürnberger Mechanikus LEINBERGER das Problem der horizontalen Leitung der Luftballons aufgelöst habe, und sich erbiete, in einem Luftballon die Reise von Nürnberg nach London anzutreten, sobald ihm von der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu London der Empfang der auf diese Entdeckung gesetzten 20000 Pfund Sterling bei seiner Ankunft im Luftballon zu London als Preis seiner Entdeckung zugesichert worden sei. Eine ausdrückliche Erwähnung des Kupferschiffes ist allerdings in dieser, dem Korrespondenten von und für Deutschland entnommenen Zeitungsnachricht von 1821 nicht enthalten. Auch die ebenfalls von MARCHAND a. a. O. angeführte Mitteilung an die Pariser Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1840:[3]) „M. LEINBERG adresse la description et la figure d'un aérostat dont la capacité serait remplie de vapeur d'eau au lieu d'être remplie d'hydrogène, et qui se dirigerait au moyen d'un mécanisme mû par une machine à vapeur" läßt gerade den Stoff der Ballonhülle unerwähnt. Wie dem auch sei, es ist sicher, daß LEINBERGER weder von GIFFARD noch von MAREY-MONGE in irgend einer Weise beeinflußt sein kann, und es ist wahrscheinlich, daß er auch gegenüber DUPUIS-DELCOURT, der seit 1834 für die Verwendung des Kupfers in der aëronautischen Praxis eintrat[4]), die Priorität beanspruchen kann. Was endlich die

1) S. 108f. Anm. — Vgl. auch STEINMANN: Die Luftschiffahrtskunde. S. 102 Anm.

2) Vgl. R. F. MARCHAND: Über die Luftschiffahrt. Leipzig 1850. S. 28.

3) Vgl. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Paris T. 10. Janvier-Juin 1840. S. 72.

4) Vgl. DUPUIS-DELCOURT: Nouveau Manuel complet d'Aérostation. S. 260. — Die oben erwähnte Angabe HILDEBRANDTS, daß der Gedanke, Metallballons zu bauen, bereits 1831 gefaßt worden sei, ist hiernach nicht zutreffend.



Entstehungszeit des von FELDHAUS a. a. O. veröffentlichten Plakats anbetrifft, so glaube ich dafür das Jahr 1842 oder 1843 ansetzen zu dürfen, da in diesem Text das „Nürnberger Dampfluftschiff als im Bau begriffen" bezeichnet wird, und LEINBERGERS Versuch im Jahre 1843 mit einem völligen Mißerfolg geendet hat[1]).

Ebensowenig wie LEINBERGER waren 1821 CORTI und 1824 PRECHTL mit ihren Projekten zum Ziel gelangt. Auch die Versuche von DUPUIS-DELCOURT und MAREY-MONGE mißglückten bekanntlich[2]), ohne daß dadurch späteren Erfindern der Mut zu neuen Taten geraubt worden wäre. Im Jahre 1851 von PROSPER MELLER jeune[3]), im Jahre 1864 von CHÉRADAME und im Jahre 1870 von MICCIOLLO-PICASSE[4]) sind von neuem Metallballons vorgeschlagen worden, doch hat man von ihrer Ausführung nichts gehört. Es scheint, als ob der im Jahre 1897 tatsächlich aufgestiegene Aluminiumballon von SCHWARZ die erste praktische Lösung des so oft in Angriff genommenen Problems gewesen ist.

---

1) Vgl. Deutsches Familienbuch, Bd. 1. S. 155.

2) Vgl. MAREY-MONGE a. a. O. S. 223ff; GASTON TISSANDIER: Histoire des ballons et des Aéronautes celèbres 1801 1890. Paris 1890. S. 36; LECORNU a. a. O. S. 157 f.

3) Vgl. RAIMUND NIMFÜHR: Leitfaden der Luftschiffahrt und Flugtechnik. Wien und Leipzig 1909 S. 95, der MELLERS Projekt zu den rationellsten des ersten Abschnittes der Entwicklungsgeschichte des Lenkballons rechnet.

4) Diesen Hinweis verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. LIEBMANN, Frankfurt a. M., der mich auf das Werk aufmerksam machte: Ballon aermastatique dirigeable en tole d'aluminium. Bréveté s. g. d. g. En équilibre à toutes les hauteurs de l'atmosphère, pouvant monter et descendre à volonté, sans lest ni déperdition de gaz, avec hélices, machine à vapeur et charpente en aluminium. Par MICCIOLLO-PICASSE, Ingénieur civil, Inventeur. Le Puy 1871.

Kleinere Mitteilungen.

Über die Kenntnisse der Muslime auf dem Gebiete der Mechanik und Hydrostatik.

Von EILHARD WIEDEMANN.

Für die Beurteilung der Tätigkeit eines Volkes kommt es nicht allein darauf an zu untersuchen, ob einzelne große Männer Bedeutendes geleistet haben, sondern auch darauf, ob diese Leistungen bei ihren Landsleuten Interesse erregt haben. Für uns ist in der muslimischen Literatur in dieser Hinsicht eines der interessantesten Werke die „Wage der Weisheit" von AL CHAZINI (ca. 1100), aus der durch meine Übersetzungen in einer Dissertation von IBEL, in Beitrag XVII, die von KHANIKOFF mitgeteilten Stellen ergänzt werden. Wesentlich ist es nun zu sehen, daß nicht nur AL CHAZINI die Leistungen von TABIT IBN QURRA, MUZAFFAR AL ASFIZARI, AL BERUNI eingehend behandelt, sondern daß dies auch in einer persischen Enzyklopädie vom FACHR AL DIN MUHAMMED IBN ʿOMAR AL RAZI (+ 606 d. H. 1209/10 n. Chr. [1]) geschieht. Ich konnte von ihr die Leydener Handschrift (no 513) dank der Güte des Herrn Dr. JUYNBOLL benutzen. Die Handschrift no 429 scheint nach seiner Angabe weniger gut und sicher weniger vollständig zu sein. Eine weitere Handschrift befindet sich in Paris.

Unsere Enzyklopädie faßt in einem besonderen Kapitel das von AL CHAZINI wörtlich nach den Originalen Mitgeteilte in knapper Form zusammen.

Da ich selbst des Persischen nicht mächtig bin, so habe ich bei dieser Arbeit in besonderem Maße der gütigen Hilfe von H. Prof. JACOB bedurft. Sachlich bot die Übersetzung manche Schwierigkeiten, da AL RAZI wohl nicht immer den arabischen Verfasser ganz verstanden hat, und dessen Ausdrucksweise ziemlich kompliziert ist. Wesentlich half bei dem Verständnis die Heranziehung der Ausführungen bei AL CHAZINI.

1) Vielleicht ist dieser RAZI der im Grundriß für iranische Philologie Bd. 2 S. 512 erwähnte.



Die zum Teil gekürzte Übersetzung lautet:

Die Wissenschaft von den Gewichten, d. h. die Kenntnis von der Schwere und der Leichtigkeit der Körper[1]).

Wir werden von ihr etwas mitteilen, was dem Plan dieses Buches entspricht.

Die offenkundigen Prinzipien. Das erste Prinzip über das Verhalten (Iḥkâm) des massiven Körpers im Wasser. Hier können nur drei Fälle eintreten. Entweder das Gewicht massiver Körper ist stets gleich dem des ihm an Volumen gleichen Wassers oder sein Gewicht istgrößer als dieses oder aber kleiner. Ist Gleichheit vorhanden, so taucht er, wenn er in das Wasser fällt, so weit unter, bis seine Fläche mit derjenigen des Wassers gleich steht[2]). Weiter sinkt er in dem Wasser nicht herab; in diesem Zustand hat er im Wasser kein Gewicht. Ist sein Gewicht größer als das des Wassers, und taucht er in letzterem unter, so behält er seine Lage nicht bei, ehe er nicht bis zum Boden gelangt ist. Sein Gewicht im Wasser entspricht dem Betrag, um den sein Gewicht ist größer als das Gewicht des gleichen Volumens Wasser. Ist sein Gewicht kleiner als dasjenige des Wassers, und wirft man ihn in das Waaser, so daß er untersinkt, so hebt er von dem Wasser soviel hinauf (verdrängt er soviel), daß dieses Gewicht gleich dem Gewicht jenes Körpers ist. Der Rest bleibt in der Luft; und irgend welche Kraft und Schwere bleibt wohl nicht übrig. Das sind die bei dem Gewicht in dem Wasser auftretenden Fälle.

Das zweite Prinzip. Über die Darlegung davon, daß die Gesamtheit der schweren Körper nach dem Mittelpunkt der Welt in Folge der Natur strebt. Wir setzen nämlich fest, daß Gott das Land aus der Mitte der Welt emporgehoben hat und ferner, daß das Schwere von Stellen an den Seiten des Himmelsgewölbes nach abwärts entweicht und daß es nirgends zur Ruhe gelangt, ehe es nicht an den Ort kommt, an dem sein Schwerpunkt über dem Mittelpunkt der Welt gelagert ist (mit ihm zusammenfällt). Läßt man zwei schwere Körper herabsinken, so sucht ein jeder von ihnen diese Lage anzunehmen; dabei findet zwischen ihnen ein Wettstreit und ein Zurückdrängen statt; hierbei können zwei Fälle eintreten, entweder sind ihre Gewichte gleich oder nicht. Sind sie gleich schwer, so ist der Abstand beider von dem Mittelpunkt der Welt gleich groß, dann muß aber unbedingt der Mittelpunkt der Welt auf ihrer gemeinsamen Grenze liegen. Ist aber das Gewicht des einen größer als das des anderen, so entspricht der Abstand der Oberfläche des leichteren Körpers von dem Mittelpunkt, dem Überschuß des Gewichtes des schwereren über das Gewicht des leichteren[3]).

Will jemand diesen Satz prüfen, so nimmt er eine halbkugelförmige Schale[4]) von fehlerloser Rundung. Nach jenem Ort [dem Mittelpunkt der Schale] ziehen wir von dem Mittelpunkt der Welt eine gedachte Linie. Werfen wir eine Kugel [in die Schale], so lagert sich der Mittelpunkt der Kugel über den Mittelpunkt der Tasse d. h. deren Boden. Werfen wir zwei Kugeln hinein und sind beide gleich schwer so liegt der Berührungspunkt auf jener vom Mittelpunkt der Welt kommenden Linie. Der Abstand [des Mittelpunktes] jeder einzelnen von jener

---

1) In der Leydner Handschrift no 429, heißt dies Kapitel „Über das Ziehen der Lasten".

2) Daß ist der früher auch bei Archimedes sich findende Irrtum.

3) Der persische Text hat „des schwereren" und „des schweren". Bei AL CHAZINI ist dies klarer ausgedrückt.

4) Es finden sich dieselben Abbildungen wie bei AL CHAZINI, die auch Beiträge XVI mitgeteilt sind.



Linie ist gleich der Hälfte des Durchmessers. Ist das Gewicht der einen größer als das der anderen so ist [in der Ruhelage] das Verhältnis des Gewichtes des Schwereren zu dem des Leichteren gleich dem Verhältnis des Abstandes des Leichteren zu dem des Schwereren. Diese beiden Gewichte stehen miteinander im Widerstreit; an jener Stelle kommen sie aber zur Ruhe, da dann jenes Verhältnis erfüllt ist.

Drittes Prinzip: Über die Darlegung eines anderen Beispieles für diesen Satz. Wir nehmen den Punkt in der Luft an und ziehen von ihm eine auf der Horizontalebene senkrechte Linie. Hängt man an dem Punkt ein Gewicht auf, so sinkt es unbedingt auf jener Linie herab und sein Mittelpunkt stellt sich auf einem Punkt jener [senkrechten] Linie ein. Läßt man von jenem Punkt zwei Gewichte herabhängen, und haben beide gleiches Gewicht, so stehen sie [ihre Schwerpunkte] von einander ab und jene Linie geht durch ihren Berührungspunkt. Sind sie verschieden, so ist das Verhältnis des Abstandes [des Mittelpunktes] des Leichteren zu dem Abstand des Mittelpunktes des Schwereren [1]) gleich dem Verhältnis des größeren Körpers zu dem leichteren Körper.

Schwierige Probleme: Erstes Problem. In bezug auf die Beschaffenheit des Gewichtes und der Bedingungen [für das Gleichgewicht]. Ein gerader Balken von gleichförmiger Dicke und durchweg gleicher Substanz sei gegeben; man teilt ihn in zwei Hälften und hängt ihn an der Teilungsstelle an einem Aufhänger auf. Der Balken sei im Gleichgewicht, so daß er sich nach keiner Seite neigt, er bleibt im Gleichgewicht, wenn man an seine beiden Enden zwei gleich schwere Gegenstände hängt und folgende Bedingungen erfüllt sind: Erstens, daß die Glieder der Wage sich alle in einer Flüssigkeit befinden, so daß alle beide [Schalen] in der Luft oder alle beide im Wasser sich befinden. Zweitens, daß beide Seiten der Wage und was an ihnen sich an Substanzen befindet aus einer Substanz bestehen. Drittens, daß man den Balken in der Mitte aufhängt, und viertens, daß der Balken nicht gekrümmt ist. In den beiden noch übrig bleibenden Prinzipien [2]) werden wir diese Bedingungen in erster Weise darlegen.

Zweites Problem. Betrachten wir die erste Bedingung aufmerksam, so ergibt sich für sie folgendes als Grund. Bringen wir die Wage in der Luft ins Gleichgewicht und tauchen wir ihre eine Wagschale ins Wasser, so sinkt die Wagschale, welche sich in der Luft befindet. Bringen wir allgemein die eine Wagschale in eine Flüssigkeit und die zweite in eine schwerere Flüssigkeit, so sinkt die Schale in der leichteren. Hieraus folgt, daß das Gewicht eines schweren Körpers in dem Wasser geringer ist als dasjenigc in der Luft.

Betrachten wir die zweite Bedingung. Wir legen beispielsweise in eine Wagschale Gold und in die zweite Eisen und bringen sie [nachdem sie in der Luft im Gleichgewicht sind] in Wasser. In die Wagschale mit Gold dringt mehr Wasser ein [3]) als in diejenige mit dem Eisen, daher sinkt erstere herab. Sind die beiden Schalen im Wasser im Gleichgewicht und bringen wir sie aus dem Wasser heraus, so muß unbedingt die Seite mit dem Eisen sinken.

Drittes Problem. Wir betrachten die dritte Bedingung, sie rührt daher, daß wenn der Ort, wo sich die Achse befindet, nicht die Mitte ist und wir zwei gleich schwere Gegenstände in ihre beiden Wagschalen legen, der von der Mitte entferntere

---

1) Ich habe diese Stelle nach AL CHAZINI richtig gestellt.

2) Es ist der Text nicht mehr in „Prinzipien" geteilt.

3) Derselbe Fehlschluß findet sich auch bei AL CHAZINI.



gegenüber dem näheren herabsinkt. Ist das Verhältnis des Abstandes von dem Halbierungspunkt des Entfernteren zu dem des Näheren gleich dem Verhältnis des Gewichtes des näheren zu dem des entfernteren, so ist Gleichgewicht vorhanden[1]. Hängt man z. B. ein Gewicht am einen Ende des Wagebalkens auf und das andere in dem Halbierungspunkt zwischen dem Ende und der Mitte auf der anderen Seite, so muß das zweite Gewicht doppelt so groß sein als das erste. Hängt man es auf $^1/_2$ [der Länge des Wagebalkens auf] so muß man ein dreifaches Gewicht von jenem ursprünglichen [dem Maß] aufhängen. Hierfür hat es eine Norm.

Die vierte Bedingung rührt daher, daß, wenn eine Biegung auf einer Seite vorhanden ist, die Neigung der Wage [nach Auflage eines Übergewichtes] nicht [entsprechend] zunimmt, daher läßt sich ein Unterschied im Gewicht nicht erkennen.

Prüfungen. Erste Prüfung. Warum ist, wenn die Zunge der Wage größer ist, ihre Bewegunggrößer, als wenn die Zunge der Wage klein ist?

Antwort. Weil, wenn man ein Ende einer Linie festhält und das andere Ende sich bewegt, der Kreisbogen (Madâr), den ein Punkt zwischen den beiden Enden beschreibt, kleiner ist als derjenige, den das Ende beschreibt, um wie viel auch der Kreisbogen kleiner sein mag. Die Bewegung ist eingeschränkt[2]. Ohne Zweifel ist der Bogen, den das Ende einer großen Zunge beschreibt, größer als der von dem Ende einer kleinen beschriebene.

Zweite Prüfung. Welches sind die schwersten Körper?

Antwort. Das Gold ist schwerer[3] als alle anderen Körper. Man bestimmt diese Eigenschaft in der Weise, daß man von jedem der 7 Metalle für 100 Dinare[4] rein von Verunreinigung und Verfälschung bestimmt, was ihnen an Wasser im Volumen gleich ist; das verdrängen sie. Je weniger Wasser die 100 Dinare verdrängen, um so schwerer ist der Körper.

Dritte Prüfung. Wie ist das Verhalten bei den Steinen nach dem Gewicht?

Antwort: Man nimmt von einem jeden 100 Dirhame[5] und wirft sie in einen Topf voll Wasser, dann fließt eine Quantität Wasser aus. Das verdrängte Wasser ist ihrem Volumen an Volumen gleich; je kleiner das Volumen ist, um so schwerer ist der Körper. Wir haben jene Anordnung, welche nach der Methode von ABU'L RAIHAN AL BERUNI herausgebracht wurde, an dieser Stelle mitgeteilt, nebst anderweitigen bekannt gemachten. Und das ist davon eine Abbildung, (diese Abbildung fehlt).

Es sind noch zwei Tabellen mitgeteilt, die eine hat die Überschrift: „Tabelle der Wasserwerte der 7 Metalle, falls die Quantität eines jeden 100 Dinâre ist.“ In der Tabelle selbst heißt es als Kolumnenüberschrift „Wassergewichte des Volumens, das gleich ist [entspricht] 100 Mitqâl.“ Die Wassergewichte sind in Mitqâl, Dânaq und Tassûg in Worten gegeben und der Gesamtwert in den Zahlzeichen (Arqâm) in Tassûg. — Die Metalle sind Gold, Silber, Blei, Quecksilber, Bronze, Kupfer, Messing, Eisen, Zinn. Die sonst bekannten Werte stimmen im wesentlichen mit denjenigen von

1) Hier sind wieder im Text große Fehler.

2) Wohl weil der Bogen kleiner ist.

3) Schwerer ist hier in dem Sinne von spezifisch schwerer genommen.

4) In der Tabelle sind die Wasserwerte (in MITGAL) ausgedrückt. 1 Mitqal = $^{10}/_7$ Dirham, oft ist 1 Dinar = 1 Mitqal.

5) Die Tabelle bezieht sich auf MITQAL.



AL BERUNI überein. Die zweite Tabelle lautet: „Tabelle der Wasserwerte der Steine, falls das Gewicht eines jeden einzelnen 100 Dirham ist.“ In derselben Weise wie in der ersten Tabelle werden die Wasserwerte für 100 Mitqâl mitgeteilt, für den gewöhnlichen Hyazint, den roten und denjenigen von Badachschan, Smaragd, Lapis Lazuli, Perle, Karneol, Koralle, Onyx und Bergkrystall, Glas. Bei dieser Tabelle haben sich zahlreiche Schreib- und Rechenfehler eingeschlichen. Die Zahlen sollen später im Zusammenhang mit AL BERUNI's eigner Arbeit besprochen werden.

Die Erfindung des europäischen Porzellans.

Von HERRMANN PETERS, Hannover-Kleefeld.

Die Vestalinnen erzeugten das heilige Feuer in den Tempeln mit Hohlspiegeln. Archimedes verbrannte mit solchen Instrumenten die römischen Schiffe im Hafen von Syrakus. Die Feuerphilosophen des Mittelalters benutzten die mit Brennspiegeln gesammelte Hitze der Sonnenstrahlen in ihren alchimistischen Laboratorien zu chemischen Arbeiten. Letzteres bespricht unter anderem am Schluß des 15. Jahrhunderts HIERONYMUS BBUNSWICK in seinem „Nüw buch der Kunst zu destillieren". Auch ADAM LONICER, der in seinem im 16. Jahrhundert erschienenen Kräuterbuche einen kleinen Abriß „Von diestillierung oder abziehung der Wasser aus allerhand Gewächsen" gibt, liefert darin eine kurze Anweisung zur Benutzung der Hohlspiegel. Er sagt: „Einen holen Feuerspiegel richte gegen der Sonnen, setze das Glass, dadrinnen die Materi ist, so du digeriren, oder subtiliren wilt, zwischen den Sonnenschein und den Spiegel also, dass die Radii oder Sonnenstreimen aus dem Spiegel gerade auff das Glas stechen".

Die schon im Altertume bekannten Brennspiegel waren also nach dem Einzuge des Humanismus im Abendlande nicht ganz vergessen. In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts stellte VILETTE in Lyon solche Instrumente von außerordentlicher Größe her und erregte durch ihre Feuerkräfte das Staunen und die Bewunderung seiner Zeitgenossen westlich des Rheines. Einen seiner Brennspiegel lernte der Chemiker, Physiker, Philosoph und Mathematiker EHRENFRIED WALTHER VON TSCHIRNHAUS in Paris kennen. Das war die direkte Veranlassung, daß letzterer sich alsbald selbst mit großem Erfolge an die Verbesserung der Brennspiegel machte. Zuerst fertigte er zu diesem Zwecke Hohlspiegel aus poliertem Kupferblech, die etwa 1,9 m Durchmesser hatten. Später dienten ihm zur Sammlung von Sonnenstrahlen geschliffene Glaslinsen, die noch mit einem kleinen Kollektivglase verbunden waren. Mit der Feuerhitze solcher Instrumente machte er an und mit den ver-



schiedensten Stoffen chemische Versuche; zuerst allein, später zusammen mit BÖTTGER.

Die Erfindung des europäischen Porzellans ist aus solchen mit den konzentrierten Sonnengluten ausgeführten chemischen Experimenten hervorgegangen[1]). Das berichtet auch eine Handschrift eines unbekannten Verfassers ohne Jahreszahl, welche aus den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts stammt. Sie wird zurzeit in der Porzellanmanufaktur zu Meißen aufbewahrt und ist von HEINTZE zuerst veröffentlicht[2]). Es wird darin das Verdienst der Erfindung der gemeinsamen Arbeit von TSCHIRNHAUS und BÖTTGER zugeschrieben. TSCHIRNHAUS ist an erster Stelle genannt. Leider hat der Verfasser des Berichtes nicht auseinander gehalten, welche Tat der Erfindung wir dem einen, und welche dem andern der beiden Männer zu verdanken haben. Auch ein die Gründung der Dresdner Porzellanmanufaktur betreffendes königl. Dekret, das am 23. Januar 1710 von dem sächsischen Statthalter EGON Fürst von Fürstenberg gezeichnet ist, berichtet, das die Erfindung des europäischen Porzellans das Ergebnis von Versuchen und Forschungen verschiedener Männer sei. Es heißt darin: „Nachdem wir sothane Nachforschung einigen, in dergleichen Wissenschaften vor anderen wohlgeübten Personen aufgetragen, und diese auch bishero ihre Erfahrenheit und unermüdeten Fleiß angewendet . . . daß aus denen in unseren Landen häufig und überflüssig befindlichen Materalien Uns nicht allein eine Art rother Gefässe, so die Indianischen, von sogenannter Terra sigillata weit übertreffen . . nicht minder sie auch bereits ziemliche Probe-Stücken von dem weißen Porzellan, sowohl glasiert als unglasiert, vorgelegt[3]). Weder der Name VON TSCHIRNHAUS noch von BÖTTGER ist in diesem königl. Dekret genannt. ENGELHARDT, der sonst BÖTTGER allein den Erfinderruhm zuweist, vermutet aber, es sei hier sonder Zweifel TSCHIRNHAUS und BÖTTGER gemeint[4]).

Einen Tag nach dem Erscheinen dieses Dekretes, also am 24. Januar 1710, wurde ein königl. Reskript[5]) für die Direktion der Porzellanmanufaktur erlassen, in dem des vor zwei Jahren verstorbenen TSCHIRNHAUS nicht gedacht wird, sondern nur der damals mit der Administration betraute BÖTTGER als Erfinder genannt ist. Die beiden Urkunden widersprechen sich. Sie allein sind also für den Nachweis, wem der Ruhm der Porzellanerfinduug in erster Linie gebührt, nicht beweiskräftig. Schon C. B. KENZELMANN der in seinen „historischen Nachrichten über die königl. Porzellan-Manufaktur zu Meißen“ 1710, recht viele Unrichtigkeiten überliefert,



stützt seine Behauptung, daß BÖTTGER der eigentliche Erfinder des europäischen Porzellans sei, wesentlich auf letzteres Reskript und zwar auf die Worte darin: „Nachdem wir aus Landesväterlicher Sorgfalt schlüssig worden, die unserm Lieben, getreuen JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER neu erfundene Manufaktur zum Besten, und Aufnahme Unserer Lande ohne fernern Anstand etablieren" usw. Auch JCCANDER, 1730, nennt BÖTTGER allein den Inventor des Porzellans[6]).

Eine noch viel größere Anzahl von Schriftstellern jener Zeiten erklären indessen TSCHIRNHAUS für den eigentlichen Porzellanerfinder. Neuere und neueste Schriftsteller, welche sich mit der Geschichte der Porzellanerfindung befaßten, legen nicht klar, was jener Mann dazu geleistet hat, sondern schieben ihn nur zur Seite und folgen einfach KENZELMANN. Sie fügen bei der Überreichung der Ruhmespalme an BÖTTGER als Zeugnis für ihn eigentlich nur noch hinzu, daß er nach dem Tode von TSCHIRNHAUS sich auch selbst später für den „inventor" ausgegeben habe[7]). BÖTTGERS bekannte Lebensgeschichte zeigt aber, daß er das Prahlen liebte und wenig wahrheitsliebend war.

Man kann verschiedene Auffassungen darüber haben, was man unter Erfindung des Porzellans versteht. Nach meiner Ansicht ist sein Erfinder der Mann, der die Zusammensetzung der chinesischen Porzellanmasse erforschte, sie zuerst in Laboratoriumsversuchen nachmachte und durch seine Anregung die Porzellanmanufaktur in Sachsen ins Leben rief. Dagegen halte ich den von diesem Manne angenommenen Gehilfen, der den Auftrag bekam, nach den Angaben des ersteren die Gedanken und Forschungen jenes fürs praktische Leben ins Große zu übersetzen, nicht für den Erfinder.

Um festzustellen, welchem Manne bei solchen Anschauungen der Ruhm der Porzellanerfindung zuzuschreiben ist, hat man die Vorgeschichte dieser sorgfältiger zu durchforschen, als das bislang geschehen ist. Im Nachfolgenden will ich auf sie daher auch an dieser Stelle noch einmal etwas näher eingehen[8]).

HEINTZE und ZIMMERMANN[9]) erklären JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER (1682—1719) für den Erfinder. Sie verlegen die Geburt des europäischen Porzellans ins Jahr 1709. Die meisten Schriftsteller des 18. Jahrhunderts, welche die Erfindergeschichte dieses keramischen Stoffes berichteten, halten EHRENFRIED WALTHER VON TSCHIRNHAUS für den eigentlichen Vater der sächsischen Porzellanmachekunst. Dieser lebte von 1651—1708. Er war also 31 Jahre älter als BÖTTGER. Die Lebensgeschichte des letzteren setze ich als bekannt

voraus. Bei seiner Ankunft in Dresden wurde BÖTTGER der Aufsicht des Oberzehnders G. G. PABST übergeben [10]). Seine alchimistischen Arbeiten machte er aber zuerst „unter strenger Aufsicht im Laboratorium des Herrn VON TSCHIRNHAUSEN im Fürstenbergischen Hause". (KENZELMANN). TSCHIRNHAUS war der chemische Sachverständige und Vertrauensmann des Königs. So lernten sich die beiden um die Porzellanerfindung verdienten Männer näher kennen. In neueren Geschichten wird dies ihr Verhältnis oft nicht genügend klargelegt [11]), oder auch ganz verschwiegen.

TSCHIRNHAUS beschäftigte sich mit dem Problem der Ergründung der Zusammensetzung der chinesischen Porzellanmasse schon mehrere Jahrzehnte früher als er den jungen BÖTTGER mit an diese Arbeit heranzog.

Bei der genauen Durchsicht der literarischen Arbeiten von TSCHIRNHAUS über die Ergebnisse seiner mit den Brennspiegeln und -Linsen zu diesem Zwecke ausgeführten chemischen Versuche sieht man genau, was man ihm zu danken hat zur Nachahmung des chinesischen Porzellans. Seine Veröffentlichungen über dieses Thema sind gedruckt unter den Buchstaben D. T. in einer großen Anzahl von Aufsätzen in den Leipziger actis eruditorum [12]). Mehr zusammengefaßt ist ihr Inhalt unter dem Jahre 1699 in der Histoire de l'académie royale zu finden [13]). Sie erschienen also in der Zeit, in welcher BÖTTGER 5—17 Jahre alt war und ehe TSCHIRNHAUS ihn kannte. Von den modernen Schriftstellern, welche sich mit der Geschichte der Porzellanerfindung befaßt haben, sind diese Urkunden merkwürdigerweise kaum mit herangezogen. Die geringen Spuren daraus, welche man bei ihnen findet, scheinen den TCHIRNHAUS-Biographien von WEISSENBORN und KUNZE entnommen zu sein. Was diese beiden Männer über diese Brennspiegel-Aufsätze berichten, zeigt aber wenig chemisches Verständnis und kein Eingehen auf die Porzellanerfindung.

Neben diesem historischen Material bieten noch einige Briefe, welche TSCHIRNHAUS mit LEIBNIZ gewechselt hat, Nachrichten zu letzterer. Sie werden in der Königl. Bibliothek zu Hannover aufbewahrt und waren zum Teil bislang noch nicht gedruckt [14]).

Ehe ich auf dies quellengeschichtliche Material eingehe, muß ich das Verhältnis von TSCHIRNHAUS zur Chemie aber noch etwas beleuchten. Es ist bei einigen neueren Schriftstellern üblich, seine Kenntnisse im Gebiete der alten Scheidekunst, denen von BÖTTGER gegenüber, als minderwertig hinzustellen. Wenn von einer chemischen Zusammenarbeit dieser beiden Männer berichtet wird, so

schreiben sie daher das verdienstvolle Ergebnis daraus ohne weiteres BÖTTGER allein zu [15]). Das ist nicht richtig. Die beiden obengenannten Biographen [16]) von TSCHIRNHAUS, WEISSENBORN und KUNZE, erzählen allerdings vorwiegend nur von seinen philosophischen, mathematischen, geologischen, physikalischen, insbesondere optischen und praktischen Arbeiten. Fast gar nicht sprechen sie indessen von seinen chemischen Studien. Das liegt wohl an der eigenen Fachausbildung der beiden Biographen mit. TSCHIRNHAUS verdankt gerade seinem chemischen Wissen und Können in erster Linie die Mitgliedschaft der königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris. In den Jahren 1675—1676 verkehrte er in der französischen Hauptstadt mit LEIBNIZ. Letzterer hatte in den Jahren 1678 und 1679 mit dem Phosphorentdecker BRAND aus Hamburg in Hannover wiederholt das neuentdeckte Element hergestellt [18]). Als TSCHIRNHAUS 1682 zum dritten Male in Paris verweilte, bat er LEIBNIZ brieflich um „das bewußte Sekret des Phosphori, umb solches dem Könige selbst und Mons. Colbert zu offerieren [17]). Als er dieses von seinem hannoverschen Freunde erhalten hatte, hielt er einen Vortrag über den Phosphor in der französischen Akademie der Wissenschaften [18]). In der Geschichte dieser erschien die von TSCHIRNHAUS bekannt gegebene BRAND-LEIBNIZ'sche Vorschrift zur Phosphordarstellung, die damals nur wenigen bekannt war, gedruckt [19]), so daß das Geheimnis der Hamburger Entdeckung zuerst in französischer Sprache veröffentlicht wurde.

Am 22. Juli 1682 wurde TSCHIRNHAUS zum Mitglied der damals so hoch angesehenen Pariser Akademie der Wissenschaften ernannt. Hauptächlich war diese Ehrung die Frucht des von ihm gehaltenen chemischen Vortrages über den Phosphor. Das zeigt ein Brief von ihm, den er am 6. August 1682 an seinen Freund LEIBNIZ in Hannover sandte. Er bedankte sich darin in überschwenglicher Weise: „Sehe daraus bei Gelegenheit, daß nichts höher zu schätzen, als ein guter Freund, darauf man sich verlassen kann. Sie haben mir mit der Communicatione Phosphori eine genereuse Freundschaft erwiesen". „Ich bin nunmehr fast bei 3 Wochen in die Academie recipiret und habe obscure Promessen (wie alle sind, die man von Hoffleuten hatt) eine jährliche Pension von 1000 Thaler zu haben". In dem Briefe bespricht er ein „Sal vegetans et l'or rendu volatile sans fulminer", deren Vorschriften er LEIBNIZ bald selbst als Gegenleistung nach Hannover überbringen will [20]).

In Paris lernte TSCHIRNHAUS den berühmten Chemiker NIC. LEMERY persönlich kennen, der seinen Cours de Chimie 1675 heraus-



gab. Gerade dies chemische Werk schätzte TSCHIRNHAUS sehr hoch. In seiner „Gründlichen Anweisung zu nützlichen Wissenschaften“, die er 1700 ohne Nennung seines Namens drucken ließ, sagt er: „Die Chymia, welche die meisten operationes physicas, so gantz auff verborgene Art geschehen, gleichsam den Augen vorgestellet. Diese ist nunmehro von aller obscurität gereiniget, und durch viele, insonderheit den LEMERY Cours de Chymie in Frankreich sehr methodice vorgetragen, also daß wenn einer nur die gemeinen operationen gesehen, solche von sich selbst acquieren kann. Welcher Autor nunmehro auch in Teutscher Sprach zu erhalten.“ Diese deutsche Übersetzung und ihre Drucklegung hatte TSCHIRNHAUS selbst veranlaßt. FONTENELLE, der das berichtet [21]), sagt dazu „und zwar ohne sich in den Vorreden die Ehre erweisen zu lassen oder sich selbst zu erweisen, die ihm zukam und die ein anderer nicht gering geachtet hätte“. Die Herausgabe dieses Buches bürgt schon allein dafür, daß TSCHIRNHAUS chemisches Interesse, Wissen und Verständnis besaß und sich in der Chemie als Fachmann fühlte.

Wie sein Freund LEIBNIZ stand er auch den Arbeiten der Alchimisten nicht völlig skeptisch gegenüber, sondern verfolgte sie mit Interesse. Wer könnte denn auch heute den Beweis liefern, daß das Gold und die anderen Elemente wirklich einfache Stoffe sind? Vielleicht stellt sich doch einmal heraus, daß die Erscheiungsform der Energie, die Materie, aus einerlei Grundmaße besteht, die in verschiedenen, bislang als unveränderlich erscheinenden Modifikationen auftritt. So ungefähr kalkulierte TSCHIRNHAUS und fast die ganze wissenschaftliche Welt seiner Zeit. Die Möglichkeit der Metallverwandlung war damals noch mehr als heute eine offene Frage. Nach ENGELHARDT (S. 296) sagte BÖTTGERS Schwager MELCHIOR STEINBRÜCK im J. 1719, daß BÖTTGER „außer allem Zweifel ein besserer Chemicus ist, als der VON TSCHIRNHAUS gewesen.“ Es ist möglich, daß BÖTTGER in der Ausführung einzelner Laboratoriumsarbeiten gewandter, als letzterer war. Ähnliches praktisches Können findet man ja nicht selten auch bei unseren Laboratoriumsdienern, denen jedes chemische Verständnis abgeht. Aber für gelehrter als der Chemieprofessor, bei dem sie in Dienst stehen, gelten sie deswegen doch nicht. MELCHIOR STEINBRÜCK, der frühere Sekretär von TSCHIRNHAUS, besaß selbst keine chemischen Kenntnisse. Er konnte deshalb das chemische Wissen und Können seines früheren Herrn gar nicht beurteilen. ZIMMERMANN und HEINTZE [22]) suchen ebenfalls BÖTTGER im chemischen Wissen über TSCHIRNHAUS zu stellen. Sie benutzen dazu eine kurze Nachricht des anonymen



Verfassers der vorhin genannten Meißner Urkunde [2]). Auf ihr fußend schreibt ZIMMERMANN von den Wirkungen der Brenngläser: „TSCHIRNHAUSEN sah in ihrer Glut eine Kraft, die alle Körper in ihre Bestandteile aufzulösen vermochte, während BÖTTGER dagegen behauptete, daß sie durch ihr Schmelzen eine Sache durchaus nicht in ihrem „esse" ließen, vielmehr sie „destruierten" und endlich ein neues Produktum hervorbrächten, eine Anschauung, die, wie wir heute wissen, die allein richtige ist, die darum BÖTTGER — wenigstens auf chemischem Gebiete — TSCHIRNHAUS bei weitem überlegen erscheinen läßt". Ich vermag aus den Aussprüchen der beiden Männer überhaupt nicht den chemischen Gegensatz heraus zu finden, den ZIMMFRMANN in sie hineinlegt. Aber bestimmt kann ich nachweisen, daß TSCHIRNHAUS die Erkenntnis, welche hier dem BÖTTGER als neu erkannte chemische Weisheit von ZIMMERMANN zugeschrieben wird, schon besaß, ehe er BÖTTGER in seinem Laboratorium bei diesen alchimistischen Arbeiten beaufsichtigte. In seiner „Gründlichen Anweisung zu nützlichen Wissenschaften" die 1700 in Druck herauskam, schreibt TSCHIRNHAUS, man könnte mit den Brennspiegeln „durch das Sonnen-Feuer größere Effekte zuwege bringen, in Veränderung der natürlichen Sachen, als kein Chemikus durch die größte Hitze des Feuer zu tun vermag" [23]). Das ist dem Sinne nach das gleiche, was BÖTTGER später gesagt hat. Es erweist deutlich, daß TSCHIRNHAUS schon vor BÖTTGER es sehr wohl erkannt hatte, daß viele Stoffe in der Glut der Brennspiegel chemische Veränderungen erleiden und sich dadurch in ein neues Produkt verwandeln. Noch klarer geht das aber aus seinen vorhin bereits erwähnten Berichten über seine Versuche mit den Brennspiegeln hervor. In ihnen bespricht TSCHIRNHAUS ja immerfort chemische Verbindungeu und Vorgänge, welche in den Feuergluten seiner Brennspiegel und -Gläser aus den verschiedensten Stoffen neu erstanden sind. Er zeigt sich dabei als ein ganz vorzüglicher Beobachter mit gutem chemischen Verständnis. Seine Berichte sind den literarischen Arbeiten von BECHER, ELSHOLZ, LE FEVRE, GLASER, HOMBERG, KIRCHMAIER, KUNCKEL, LEMERY und andern Chemikern aus der Zeit vor der Herrschaft der Phlogistontheorie durchaus ebenbürtig. Um dem Leser von seiner chemischen Schreibweise eine Probe zu bieten, habe ich in der Anmerkung 13 eine seiner Veröffentlichungen, welche in der Geschichte der Pariser Akademie der Wissenschaften erschienen ist, verdeutscht wiedergegeben. Wer sie mit chemischem Verständnis gelesen hat, kann doch ganz unmöglich ernstlich behaupten, ihr Verfasser habe nicht



gewußt, daß die Gluten der Brenngläser die Stoffe nicht in ihrem „esse" ließen. TSCHIRNHAUS befand sich mit seinem chemischen Wissen durchaus auf der Höhe der Scheidekünstler seiner Zeit.

Von dem chemischen Wissen BÖTTGERS weiß seine Nachwelt wenig. Wissenschaftliche Arbeiten hat er nicht hinterlassen. Als er in Dresden im TSCHIRNHAUS-Laboratorium unter der Aufsicht des damals schon berühmten Gelehrten seine mißglückten alchimistischen Versuche machte, war er nur ausgerüstet mit seiner pharmazeutischen Fachausbildung. Diese war zu seiner Zeit noch eine ganz handwerksmäßige [24]). Beim Austausch von chemischen Kenntnissen zwischen den beiden Männern war anfänglich der gelehrte TSCHIRNHAUS und nicht der kaum zwanzigjährige BÖTTGER der vorwiegend Gebende. Jedenfalls war TSCHIRNHAUS bei der Verwendung der Brenngläser zu chemischen Versuchen vorläufig allein der Erfahrene. Es ist deswegen eine völlig falsche Darstellung, wenn man aus historischen Nachrichten, welche von einer späteren, gemeinsamen Arbeit dieser beiden Männer mit solchen Brenninstrumenten berichten, ohne jede geschichtliche Unterlage den Schluß zieht, BÖTTGER allein sei der Mann gewesen, der den zur Porzellanerfindung erforderlichen Erfolg damit gehabt habe [25]).

Die TSCHIRNHAUS-Berichte über die Ergebnisse seiner Brennspiegelversuche zeigen, daß der Verfasser die Zusammensetzung des chinesischen Porzellans schon erkannt hatte, ehe BÖTTGER seiner Aufsicht unterstellt war. Nach seiner Veröffentlichung vom J. 1687 erregte besonders das Verhalten der bis dahin als feuerbeständig geltenden Körper seine Verwunderung. Er bemerkte nämlich, daß sich im Brennpunkte der gesammelten Sonnenstrahlen Steine, Dachziegel, Topfscherben, Fayencen, Schmelztiegel und Knochen verglasten und zu Kügelchen formten. Im Hinblick auf die aus Knochen gewonnenen kleinen Kugeln schreibt TSCHIRNHAUS am 27. Februar 1694 an seinen Freund LEIBNIZ:

„Wann sie die Spiegel zur Römerzeit gehabt und eine Glaskugel aus der Asche Julii Caesaris oder Augusti gemacht hätten, manch großer Herr würde vor eine solche Kugel jetzo wohl etliche tausend Thahler geben umb selbige in sein Raritäten-Cabinet zu haben" [14]).

Insbesondere fand der Forscher auch, daß Schieferstein, Bimsstein, Tonerde und Asbest in den konzentrierten Sonnengluten zu durchsichtigen, verglasten Kügelchen zusammenschmolzen (Anm. 13, § 4). Er beobachtete auch, daß diese Massen dem ebenfalls mit dem Brennspiegel traktierten chinesischen Porzellan nicht unähnlich waren.

Am 27. Februar 1694 schrieb TSCHIRNHAUS an LEIBNIZ:

„Ich habe diesen Winter in der Stuben sehr schöne Experimenta chymica gemacht, ohne alle chymische Oefen, dadurch der Metallen und Mineralien generatio sehr klar erkennet wird; aller fontium Origo weiss gantz klar und sind solche alle lapidificantes, ob man es gleich nicht in allen so sensibel merket. Steine und Marmol, wihl in kleine Stücke zerschlagen und wieder gantz machen wie zuvor, wenn nur Zeit genug dazu habe, ausgenommen den Kieselstein, der wird ganz auf andere Art formirt. Den Edelsteinen bin auch sehr nahe getreten. Alle Zeit der Diamant sed hic jubet Plato quiescere; woher Argillae limus kombt weiss sowohl a priori, das solche arte producieren kann und dies hatt mich auch auf die Gedanken gebracht, den Porzellan zu bereiten, welchen bishero alle Proben mir exacto reuissiert und keine contrar gangen. Aber nachdem mit den Töpfern zu tun gehabt, so hatt es viel Mühe gesetzt, dann ein jedweder Töpfer kann die Materie so hier zu haben nicht tractieren, sondern nur die besten Töpfer; es wihl aber ein jeder angesehen sein, dass er es kan und als haben sie mir furtim andere Materien beigemischet. Hoffe aber alle Impedimenta noch zu superieren. Diese Woche habe eine Probe in die Glashütte gesendet, wann die reüssierete, so haben wir einen leichten Modum schöne beständiger und wohlfeyler Glas zu haben, als man bishero gehabt; ratio ist clara, dan ich brauche k e i n e s a l i a darzu. Dieweil aber diese Proben nur mit einem Brennspiegel gemachet, da es vollkommen angeht, so bin der Sache noch nicht gewiss, biess Proben aus der Glashütten habe, denn es köndte sein, das ihr Feuer zu schwach wehre der gleichen zu prästiren".

Dieser Brief zeigt genau, daß der Hauptbestandteil der von TSCHIRNHAUS gefertigten Porzellanmasse schon 1694 verglastes Tonerdesilikat war und aus „Argilla limus" (= Tonerde-Schlamm) hergestellt wurde. Der Forscher hatte schon entdeckt, das zu der Verglasung des Tonerdesilikats hohe Hitzegrade gehörten. Es wird von ihm ausdrücklich betont, daß er keine Salze zusetze. Die Masse war also keine Art Milchglas oder Frittenporzellan.

Wie der moderne Chemiker verwendet auch schon TSCHIRNHAUS den Ausdruck „Glas" als Sammelnamen für alle durch Zusammenschmelzen entstandene Verbindungen von Kieselsäure einerseits, mit Metalloxyden andererseits.

Diesen Brief beantwortete LEIBNIZ aus Hannover am 21. März 1694. Er berührte darin die Porzellanmacherei nur soeben:

„Productionem Argillae et aliorum ejus' modi per artem aestimire ich billig hoch. Ich bin der Meinung, dass ein grosses in Physica particula zu tun auch ante notitiam generali, doch ists mit dieser besser. Mit Porcellan ist ein grosses in England geschehen; allein die indianischen sind nun selbst



sehr wohl feil. Die Perfection der Spiegel oder vielmehr Lentium tam ad urendum quam videndum ist freylich von grosser Wichtigkeit zumahl bei denen so es verstehen."

Am 2. Oktober 1694 schreibt er an TSCHIRNHAUS:

„Dürfte ich wohl umb ein Stückgen von ihren mit dem Brennglas geschmolzenen Porzellan bitten, darauf angepflogen Gold, dabei man siehet wie es gleich wohl dem Glas die Farbe mitteilet. Von dem arteficiale möchte auch eine Probe wündschen, zumahl wenn man etwas darauff machen könnte, darauff zu sehen, dass es Europäisch, wie auch Herr SETTALA getan haben soll. Hätte wohl auch umb eines von den schönen weissen Kügelgen bitten mögen; habe aber dessen fast Bedenken und stelle es alles in dero Gefallen".

TSCHIRNHAUS erwidert LEIBNIZ am Leipzig am 12. Oktober 1694:

„Ein Stückichen von Porzellan sende hiermit darauff das Gold geschmoltzen eine Tinctur Farbe gemachet, wie verlanget wird; soll wohl bessere Proben communicieren mit der Zeit; jetzo hab selbst nicht mehr als ein Stükkichen noch. Von dem arteficialen Porzellan, so bald von solchen in der Perfection Gefässe gemachet und sie zu communicieren trüge, wihl auch eingedenk sein dero Vergnügen Satisfaction zu geben; von den weissen durchsichtigen Crysallkügelchen so ohne Zusatz einigen Salien oder Asche fabriciret soll auch etwas folgen zu seiner Zeit, wenn der Vorrat grösser sein wird."

Auch dieser Brief bestätigt wieder, daß TSCHIRNHAUS den Unterschied in der Masse der chinesischen und der europäischen, milchglasartigen Porzellane schon ganz genau kannte. Vorahnenden Geistes verteidigte er seine Porzellanmasse schon vor dem Vorwufe, sie sei nur ein mit Alkalisalzen bereitetes Frittenporzellan gewesen. Ausdrücklich schreibt er an LEIBNIZ, die von ihm erbetenen weißen Porzellankügelchen seien „ohne Zusatz einzigen (= einigen) Salien oder Asche fabriciret".

Bekanntlich ist die gargebrannte Porzellanmasse in ihrer Hauptsache ein verglastes Tonerdesilikat. Sie enthält in ihrer Mischung aber auch etwas Calciumsilikat und nur kleine Mengen Alkaliglas. Der Bimsstein und der aus ihm durch vulkanische Feuergluten geschmolzene Obsidian, die bekannte Glaslava, hat eine sehr ähnliche Zusammensetzung. Auch der Schieferstein ist ein Gemisch von Tonerde mit Quarz oder Kieselsäure. Sowohl beim Verglühen von Bimsstein, sowie auch von Schieferstein erhielt TSCHIRNHAUS also eine rohe Porzellanmasse. Aus dem in gleicher Weise mit den Feuergluten des Brennspiegels behandelten Asbest entstand aber ein verglastes Magnesiumsilikat, das unter dem Namen Asbestporzellan heutigen Tages bekannt ist.

Wie aus den vielen von TSCHIRNHAUS in der Zeit zwischen den Jahren 1687 bis 1699 veröffentlichten Abhandlungen hervorgeht, setzte der Forscher seine Untersuchungen mit dem Brennspiegel und -Glase in unermüdlicher Weise lange fort.

Er beobachtete hierbei, daß die Feuerkräfte bei einzelnen Körpern viel großartiger in Erscheinung traten, wenn sie in einer Höhlung von harter Kohle der Hitze der Brenninstrumente ausgesetzt wurden. So zerschmolz oder verglaste darin durch die Hitze jeder gepulverte Körper. TSCHIRNHAUS sagt: „Wenn einige Stoffe in Stücken nicht schmelzen wollen, muß man sie als Pulver aussetzen; wenn sie selbst als Pulver nicht schmelzen wollen, muß man ihnen etwas Salz zusetzen uud alles schmilzt" (Anm. 13, § 10). Wenn auch in ganz anderem Sinne lieferte so TSCHIRNHAUS den Beweis für den Ausspruch des Heraklit: „Alles fließt".

Bei seinen weiteren Versuchen entdeckte er, daß ein schwer zu schmelzender Körper mit einer geringen Menge irgend eines leichter oder auch ebenfalls schwer fließenden Stoffes gemischt, weit besser und mit größerer Leichtigkeit verglaste, als für sich allein (Anm. 13, § 16). Insbesondere bemerkte er, daß eine Mischung von Kreide und Kieselerde (= Feuerstein oder Quarz) sich besser verglaste, als die Körper einzeln (Anm. 13, § 11). Auch fand er, daß die Durchsichtigkeit der verglasten Erde bei lang dauerndem Glühen zunahm. TSCHIRNHAUS teilt mit, daß Edelsteine und fast alle gefärbten Körper in der Brennhitze ihre Farbe verlieren oder verändern. Als er aber auf einem Stück chinesischen Porzellan verschiedene Metalle mit dem Brennspiegel verglühte, sah er, daß sie in der hohen Hitze mit der Porzellanmasse verglasten und letztere färbten. Namentlich berichtet er, daß durch Gold das Porzellan eine purpurrote Färbung annimmt (Anm. 13, § 12). Er beobachtete also zuerst die schwer reduzierbaren, metallischen Scharffeuerfarben, die dem Porzellan beim Garbrand und anderen Glasarten eingeschmolzen werden können. Auf Grund solcher Entdeckung schrieb er an LEIBNIZ: „Den Edelsteinen bin auch sehr nahe getreten."[26]). Die unechten, sogenannten Edelsteine, stellt man jetzt bekanntlich meist aus Bleiglas her, das durch Kobaltoxyd blau wie Saphir, durch Eisenoxyd gelb wie Topas, durch Kupferoxydul rot wie Rubin, durch Chromoxyd grün wie Smaragd gefärbt ist. Solche und ähnliche gefärbte Glasarten studierte der Forscher bei seinen Versuchen mit den Brenngläsern schon genauer.

Als TSCHIRNHAUS in seiner zielbewußten Weise entdeckt hatte, erstens: daß sich Tonerdesilikat, aus dem Porzellanerde oder Kaolin

hauptsächlich besteht, bei hohen Hitzegraden in eine porzellanartige Masse verwandelt und zweitens: daß ein Zusatz gewisser Stoffe, wie Kieselerde und Kreide den Fluß erleichtern, war der theoretische Teil der Porzellanerfindung am Ausgange des 17. Jahrhunderts gemacht.

ZIMMERMANN sagt [27]) zwar: „Nicht darauf kam es daher damals bei der Feststellung des Prinzips des echten Porzellans an, herauszubekommen, daß es aus verschiedenen Stoffen bestände. Wie sich diese verschiedenen Bestandteile im Feuer verhielten, nämlich entgegengesetzt, das musste herausfinden, wer das Porzellan methodisch erfinden wollte".

Diese laienhafte Schilderung des chemischen Vorganges der Aluminiumsilikatverglasung verstehe ich nicht. Zur Nachahmung des chinesischen Porzellans mußte doch natürlich vor allen Dingen zunächst erforscht werden, aus welchen Stoffen dieses besteht. Alsdann war nach dem Analysenergebnis die Mischung seiner Bestandteile zu machen und sie nach ihrer Formung in den Feuergluten zu verglasen. Die analytische Aufgabe hatte TSCHIRNHAUS mittels seiner Brenninstrumente verhältnismäßig gut gelöst. Er suchte sie nun durch weitere Untersuchungen zu ergänzen. Dazu betrieb er eifrigst geologisch-mineralogische Studien.

„In seinen Zimmern zu Kiesslingswalde, wie im Fürstenbergischen Hause zu Dresden konnte er oft kaum vor Erdhäufchen treten, die er bald mit diesem, bald mit jenem Zusatze im Laborirofen probierte, vor welchem er mehr einem Hoftöpfer als Hofrate des prunkliebenden August glich." (ENGELHARDT).

Es ist ohne jegliche historische Grundlage behauptet worden, die von TSCHIRNHAUS erfundene Porzellanmasse sei nur Milchglas oder ein leicht schmelzbares milchglasartiges Kalkalkaliglas, sog. Frittenporzellan gewesen [28]). Das Porzellan-Milchglas war am Ausgang des 17. Jahrhunderts schon ganz bekannt. J. KUNCKEL gibt 1689 zu seiner Bereitung verschiedene Vorschriften [29]). In ihnen spielen Knochenasche, Sand, Kiesling oder Flintstein und Kaliumcarbonat die Hauptrolle. KUNCKEL schreibt dazu:

„Diese Composition, die ich vor deme rahr gehalten, ist mir entlich communicieret worden von Tit. Herrn DANIEL KRAFFT, als der meines Wissens solche auch erfunden und vor Ihr Churfürstl. Gnaden von Maynz gearbeitet hat."

Dieser Erfinder des Milchglases, der Arzt KRAFFT, tritt auch in der Geschichte der Phosphorentdeckung auf. Über sein Leben und technisch-chemisches Wirken gibt LEIBNIZ in seiner Historia inventionis Phosphori Auskunft.



In St. Cloud vor Paris wurde am Ende des 17. Jahrhunderts das Frittenporzellan ebenfalls schon fabrikmäßig zu Gefäßen verarbeitet. Seine Masse wurde aus einer Mischung von Quarz, Kalk und Kaliumnitrat hergestellt. Im Feuer bildete sich bei ihrer Verglasung also ein Calcium-Kaliumsilikat. Zu der Masse des Hartporzellans werden keine Alkalisalze verwendet. Sie unterscheidet sich also von der des Frittenporzellans hauptsächlich dadurch, daß sie Alkalisilikate nicht als wesentlichen Bestandteil, sondern nur in geringer Menge enthält. Sie besteht in ihrer Hauptsache aus verglastem Aluminiumsilikat.

Wie vorhin erwähnt, schrieb TSCHIRNHAUS schon 1694 an LEIBNIZ von seiner Porzellanmasse: „ich brauche keine Salia dazu". Das teilte er auch dem berühmten Chemiker HOMBERG mit, der darüber an FONTENELLE berichtete: „es ist eine Mischung von einigen Erdsorten, die sich gemeiniglich überall anderswo auch finden, aber die man nur richtig zusammensetzen muß."

Soweit mir bekannt ist, gibt es in der Gegenwart kein Porzellan mehr, von dem man mit ganz absoluter Sicherheit nachweisen kann, daß es von TSCHIRNHAUS herrührt.

Die Behauptung, daß die von ihm erfundene Porzellanmasse eine Art Frittenporzellan gewesen sei, widerspricht direkt den historischen Nachrichten. In den Geschichtsquellen habe ich gar keine Anhaltspunkte dafür finden können. Wenn ihre Vertreter sie noch immerfort wiederholen, so dürfte man doch wohl erwarten, daß sie auch einmal etwas beweisendes Geschichtsmaterial beibrächten. Die bislang dazu gemachten Versuche sind nicht glücklich ausgefallen.

Im J. 1907 erzählt z. B. ZIMMERMANN [30]) von porzellanartigen Henkelkrügen der Dresdner Porzellansammlung, die „aller Wahrscheinlichkeit nach" von TSCHIRNHAUS herrühren.

„Sie sind ganz unverkennbar Fritten- und Weichporzellan . . Handelt es sich hier wirklich um TSCHIRNHAUSsche Erzeugnisse, dann sind sie in keiner Weise ein Zeugnis dafür, daß TSCHIRNHAUSEN das echte Porzellan erfunden hat, dann beweisen sie vielmehr gleichfalls mit Sicherheit, daß er, als er um die Wende des 17. Jahrhunderts seine Porzellankrügelchen machte, sich hinsichtlich der Porzellanerfindung noch völlig auf einem Abwege befand."

Im Jahre 1908 teilt ZIMMERMANN [30]) seinen Lesern mit, daß Obergrat HEINTZE die Masse dieser Krügelchen inzwischen chemisch untersucht hat. Hierbei sei festgestellt, daß sie aus feldspathaltigen *echtem* Porzellan beständen. Konsequenterweise hätte ZIMMERMANN daraus nun doch den Schluß ziehen müssen, daß sich TSCHIRNHAUS hinsichtlich der Porzellanerfindung *doch nicht* „völlig auf



einem Abwege" befunden habe. Das tut er aber nicht. Nein, er sagt nun: „Damit ist aber der TSCHIRNHAUSensche Ursprung dieser Stücke dauernd abgetan." —!!

Im Jahre 1699 ließ TSCHIRNHAUS aus seiner Porzellanmasse durch Dresdner Töpfer Gefäße drehen und versuchte sie in seiner Glashütte auf der Ostrawiese zu brennen. Es fehlte ihm anfänglich natürlich jede Erfahrung darüber welche Temperaturgrade dazu nötig waren. Zum Garbrennen des schwerverglasbaren Hartporzellans seiner Komposition genügten die Öfen seiner Glasfabrik und die der Töpfer aber nicht. Vermutet hatte er das schon 1694, als er er an LEIBNIZ schrieb: „es köndte sein, daß ihr Feuer zu schwach wehre dergleichen zu practiren."

Im Oktober 1701 reisteTTCHIRNHAUS nach Holland. Studierte er hier vielleicht die Öfen der Delfter Fayence-Fabriken? Die Geschichte verrät es nicht.

Alsdann kam der Forscher nach Paris.

Hier traf er den einer Quedlinburger Familie entstammenden, berühmten Chemiker HOMBERG, mit dem er schon 1682 zusammen in Paris verweilte[31]). Ihm vertraute er damals das Geheimnis der Zusammensetzung der von ihm untersuchten chinesischen Porzellanmasse an, wie das vorhin schon erzählt ist. Im Dienste des Herzogs von Orleans stand HOMBERG dem zu seiner Zeit größten chemischen Laboratorium der Welt vor. Es ist nicht anzunehmen, daß er das damals schon recht bekannte Milchglas oder das vor den Toren von Paris zu seiner Zeit fabrikmäßig verarbeitete Frittenporzellan dem Sekretär der Akademie der Wissenschaften, FONTENELLE, als eine neue Erfindung von TSCHIRNHAUS berichtet hat.

In der Geschichte der Porzellanerfindung ist die Legende aufgebracht, TSCHIRNHAUS habe nach den ersten Mißerfolgen die Idee der Porzellanfabrikation schon im 17. Jahrhundert völlig aufgegeben[32]). Die Geschichte lehrt aber das Gegenteil. Im Anfang des 18. Jahrhunderts interessierte er seinen Landesherrn, den Kurfürsten von Sachsen, den König von Polen, August den Starken für die Porzellanmacherei. Er fand bei ihm Verständnis und Unterstützung. Zweifellos mußte TSCHIRNHAUS vorher die Nachahmung des Porzellans in Laboratoriumsversuchen geglückt sein. Als er im Februar 1702 von Paris heimkehrte, fand er seinen hohen Gönner in den Nordischen Krieg verwickelt. Bekanntlich wurde August der Starke 1702 bei Kliszow geschlagen, 1704 seines polnischen Thrones entsetzt. Alsdann brach Karl XII in Sachsen ein und zwang den Kurfürsten 1706 zum Frieden von Altranstädt. So war



für Industrie im Sachsenlande in der Zeit von 1702 bis 1706 wegen des Krieges keine günstige Zeit. Leider war TSCHIRNHAUS durch seine vielen Erfindungsversuche selbst in große finanzielle Nöte geraten. Nach seinem Tode kam sein ganzes Vermögen in Konkurs [33]). Zur Porzellanmacherei mußten aber Mühlen zum Zermahlen des Gesteins, Öfen zum Brennen und dergl. mehr gebaut werden. Dazu gehörte Geld. Diese mißlichen Umstände erklären es, daß der Bericht, den TSCHIRNHAUS 1703 seinem Könige über den Stand und Fortgang der Porzellanfabrikation gab [34]), natürlich nicht günstig war. Er bestätigt aber klar, daß die Absicht der Fabrikation von dem Forscher in jenem Jahre keineswegs aufgegeben war.

TSCHIRNHAUS hatte in der Zeit in seinem Laboratorium die alchimistischen Arbeiten BÖTTGER's mit zu überwachen. Als die versprochenen Schätze aus dessen Goldtiegeln immer nicht hervorkamen, wurde der König allmählich unwillig. Da TSCHIRNHAUS den jungen BÖTTGER wohl als einen geschickten Manipulator kennen gelernt hatte, so überredete er ihn, statt des Goldmachens unter seiner Leitung lieber die Porzellanfabrikation mit zu betreiben. Zuerst geschah das in Meißen. Als dann die Schweden im Sachsenlande einfielen, wurde BÖTTGER mit seinen drei Handarbeitern im Herbst 1706 auf den Königstein gebracht, damit das Geheimnis der Porzellanmacherei nicht in Feindeshände fiele.

Der Dresdner Bibliothekar HEMPEL berichtet 1823 darüber:

„von TSCHIRNHAUS erhielt die uneingeschränkte Freiheit, sich trotz der Nähe der Feinde die Festung öffnen zu lassen, um durch seine Anweisung und Aufsicht die Unternehmung zu fördern, besonders da BÖTTGER seinen Widerwillen gegen die Porzellanfabrikation äußerte und sie nur Töpfermacherei oder TSCHIRNHAUSENS Affaire nannte, in die er sich nicht melieren wollte [35]".

Der Verfasser dieser Nachricht betont im Anfang seiner BÖTTGER-Biographie, daß er seine Angaben den Urkunden des Dresdner Archives entnommen habe.

ZIMMERMANN befindet sich in diesem Punkte mit HEMPELS Darstellung nicht im Einklange. Er meint: „BÖTTGER selber aber wird die ganze Verschiebung seiner bisherigen Tätigkeit nur mehr als willkommen gewesen sein" [36]).

Er stellt BÖTTGER allein in den Vordergrund, während bei HEMPEL TSCHIRNHAUS das geistige Oberhaupt der Porzellanarbeiten ist und bleibt.

Als BÖTTGER im Herbst 1707 nach Dresden zurückgebracht wurde, waren in dem Laboratorium auf der Venusbastei nach den



Plänen von TSCHIRNHAUS [37]) besondere Öfen zum Porzellanbrennen erbaut. Die neue Erfindung machte nun endlich bessere Fortschritte. Zu den Arbeiten daran ward jetzt auch noch der Leibmedikus Dr. BARTOLOMÄI mit herangezogen. Dieser ließ das Gestein und die Erden in seinem Hause zerstoßen und sieben und besorgte die Mischung der Porzellanmasse. Die älteste Zusammensetzung dieser ist nicht bekannt. M. v. SEIDLITZ [38]) gibt als Bestandteile der später von BÖTTGER verarbeiteten Porzellanmasse an: Kaolinerde von Schneeberg, Colditzer Ton, Quarz und Kreide. Daß die Mischteile der ersten Porzellanmasse der Nachwelt nicht überliefert sind, hat seine Ursache darin, daß die mit der Porzellanfabrikation beschäftigten Personen durch feierliche Eide verpflichtet waren, das Geheimnis streng zu wahren.

Diese eidlich auferlegte Verschwiegenheit ist auch der Grund, daß wir heute über den eigentlichen Erfinder des Porzellans in Zweifel sind. Nach den geschichtlichen Nachrichten war TSCHIRNHAUS allein von der Pflicht der Beeidigung ausgeschlossen. Darf man daraus nicht schließen, daß er eben der Besitzer des Geheimnisses der Zusammensetzung der Porzellanmasse war? Jedenfalls hatte er die Oberleitung bei Beginn der sächsischen Porzellanmanufaktur. Im Besoldungsreglement dieser, vom 12. Januar 1708 stellt ihn BÖTTGER zu den Personen, die ihm „zugeordnet" sind [39]). TSCHIRNHAUS bezog ein Monatsgehalt von 100 Thaler. Als BÖTTGER 1712 Administrator der Porzellanmanufaktur war, bekam er monatlich nur 50 Thaler.

Das Formen und Brennen des Porzellans geschah im Laboratorium auf der Venusbastei. Das besorgte und überwachte BÖTTGER. Weil sich die verschiedenen an der Porzellanmacherei beschäftigten Männer gegenseitig in die Hand arbeiteten, ist es von dieser Zeit ab schwierig zu sagen, wer sich von da ab um die Entwicklung der Porzellanmacherei die größten Verdienste erworben hat. In dem Königlichen Gründungspatent der Meißner Porzellanfabrik von 1710 heißt es demgemäß richtig, daß verschiedene „in dergleichen Wissenschaften vor andern wohlgeübte Personen" die ersten Porzellanproben gemacht hätten.

Zuerst glückte es, das rote Jaspisporzellan herzustellen. Aber auch schon im Jahre 1708 wurden Probegefäße von weißem Porzellan fertig.

Da starb TSCHIRNHAUS am 11. Oktober 1708 an der roten Ruhr. In einem Briefe [40]), datiert Dresden den 14. Oktober 1708, machte der sog. „Porzellanerfinder" BÖTTGER dem sächsischen Statthalter



Fürst zu Fürstenberg Anzeige von diesem Tode. Am Schluß seines Schreiben heißt es:

„Es hat sich bei oder nach dem absterben ein wunderbarer casus ereignet mit einem des SCHÜRNHAUS Leuthen, welcher ein grosses Schelmenstück begangen, wodurch ich und andere Leuthe in das grösste Unglück hätte gerathen können. Gott hat es offenbaret und ich habe den Kerl in arrest auff meiner wache setzen lassen . . . Der Schelm hat von des Herrn von SCHÜRNHAUS arbeit viel Gold, welches er brauchen müssen, entführet . . . Man hat 8 Loth Gold so in zerschnittenen Ducaten bestehet aus einem Schutt-Berg auf der frohen Gassen gleich unter Ew. Hochfürstl. Durchl. Fenstern vergraben gefunden, wie auch in eben diessem Berg 6 stück Specie Dukaten und das kleine porcellan becherchen, so Herr von SCHÜRNHAUSEN gemacht usw."

Dies Porzellanbecherchen erscheint als Gegenstand von besonderem Wert. Es war also wohl ein Probestück von der neuen Porzellanmasse.

Nach dem Tode von TSCHIRNHAUS war BÖTTGER am besten in der Porzellanmachekunst unterrichtet. Am 28. März 1709 machte er dem Könige die Anzeige, daß es ihm geglückt sei, rotes und weißes glasiertes Porzellan herzustellen. Der soeben erwähnte, von ihm eigenhändig am 14. Oktober 1708 geschriebene Brief bezeugt indessen klipp und klar, daß TSCHIRNHAUS schon vor BÖTTGER ein kleines „Porzellan-Becherchen" und wohl auch noch andere Porzellansachen hergestellt hat. Da BÖTTGER nach dem Tode von TSCHIRNHAUS der am besten in der Porzellanmachekunst unterrichtete Mann war, so wurde er zum Administrator der 1710 nach Meißen verlegten Porzellanmanufaktur ernannt. Wie seine Lebensgeschichte beweist, war er kein glaubwürdiger Mensch. So schmückte er sich denn auch frech mit fremden Federn und spielte sich von nun ab stets mit dreister Stirn als der alleinige „Inventor" des Porzellans auf [42]). Daß diese Erfindung wesentlich aus der Initiative und den naturwissenschaftlichen Entdeckungen von TSCHIRNHAUS hervorgegangen ist, das erwähnt er nie. Die Vorgeschichte der Erfindung erweist das aber klar und deutlich. Es sagt auch MELCHIOR STEINBRÜCK, der bei der ersten Einrichtung der Meißner Porzellanfabrik mitwirkte: Er habe beide Inventoren, BÖTTGER und TSCHIRNHAUS genau kennen lernen [41]). STEINBRÜCK war der Schwager von BÖTTGER. Zuweilen stellt er diesen Bruder seiner Frau ganz in den Vordergrund der Porzellanerfindung. Nicht selten widerspricht er sich darin aber wieder selbst. BÖTTGER kam aber der Tod von TSCHIRNHAUS sehr gelegen. Er steckte als der Überlebende dessen Verdienste nun stets skrupellos in seine eigene



Tasche. Trotzdem wurde es anfänglich nie ernstlich bezweifelt, daß TSCHIRNHAUS der eigentliche Vater der sächsischen Porzellanmanufaktur ist.

ZIMMERMANN hat seinem Buche „Die Erfindung und Frühzeit des Meißner Porzellans, 1908“ als Motto ein französisches Wort von dem bekannten Sekretär der Pariser Académie des sciences FONTENELLE vorausgesetzt. Verdeutscht lautet es: „Zuerst erfindet einer das Geheimnis zufällig und ohne es zu suchen, aber ein zweiter, der sucht, was der erste gefunden hat, kann es nur durch Vernunftschlüsse finden.“

Dies Wort ist ursprünglich auf die Erfindung der Porzellanmasse durch TSCHIRNHAUS gemünzt. Nicht auf BÖTTGER.

FONTENELLE erzählt hierbei nämlich, daß TSCHIRNHAUS im Jahre 1701, bei seinem vierten Pariser Aufenthalte, dem bekannten, berühmten Chemiker HOMBERG das Geheimnis der von ihm erfundenen Porzellanmasse anvertraut habe. Unmittelbar vor den von ZIMMERMANN als Motto benutzten Worten heißt es in Verdeutschung: „Bisher hat man geglaubt, das Porzellan wäre ein besonderes Geschenk, mit dem die Natur die Chinesen begünstigt hätte, und die Erde dazu wäre nur in ihrem Lande. Das ist nicht so: es ist eine Mischung von einigen Erdsorten, die sich gemeiniglich überall anderswo auch finden, aber die man nur richtig zusammensetzen muß“. Das Motto und diese Angaben finden sich in dem Nachrufe, welchen FONTENELLE dem verstorbenen TSCHIRNHAUS widmete. Abgedruckt ist dieser in der Histoire de l'académie royale à Paris 1709 [43]). TSCHIRNHAUS war 7 Monate vorher verstorben. Auch in den Leipziger actis eruditorum erschien im Januar 1709 ein Aufsatz über sein Leben, Wirken und Schaffen. Auch in ihm wird TSCHIRNHAUS als Erfinder der chinesischen Porzellanmasse gefeiert [44]). Ausdrücklich ist dabei gesagt, daß nach dem Urteile Sachverständiger die TSCHIRNHAUS-Porzellanmasse an Güte der orientalischen (= chinesischen) gleichsteht. Der Historiker hat keine stichhaltigen Gründe die Richtigkeit dieser Beurteilung anzuzweifeln.

ZIMMERMANN [45]) sagt „Durch nun bald zwei Jahrhunderte hindurch, ist es der ganz allgemeine, niemals ernstlich erschütterte Glaube gewesen, daß der Erfinder, oder vielmehr Nacherfinder dieses kostbaren keramischen Erzeugnisses JOHANN FRIEDRICH BÖTTGER gewesen ist.“ Diese Behauptung wiederholt er an den verschiedensten Stellen. Sie entspricht den historischen Nachrichten nicht. Schon die soeben angeführten Nachrufe für den verstorbenen



TSCHIRNHAUS aus dem Jahre 1709 schreiben ja nicht BÖTTGER, sondern dem soeben genannten Forscher den Ruhm der Erfindung zu. ZIMMERMANN [45]) selbst führt eine lange Reihe von Schriftstellern des 18. und 19. Jahrhunderts an, die das auch tun. Aus meinem in der Kahlbaum-Gedächtnisschrift veröffentlichten Aufsatze über die Porzellanerfindung [46]) lassen sich die Nachrichten, welche TSCHIRNHAUS als den eigentlichen Porzellanerfinder nennen noch vermehren.

Zum Belege mögen hier einige davon folgen.

So berichtet der Sekretär der Meißner Porzellanfabrik Bussius am 19. Jänner 1719 seiner vorgesetzten Behörde „daß BÖTTGER sich täglich dreimal in Branntwein vollsaufe und schlechte Administration treibe, daß die Porzellanerfindung auch garnicht von ihm, sondern von dem sel. H. v. TSCHIRNHAUS noch herkomme und daß dessen schriftliche Wissenschaft ihm durch den Inspektor STEINBRÜCK zugebracht sei.“[47]) Der Breslauer Arzt KUNDMANN schreibt 1733 schon dasselbe ungefähr. Seine Angabe befindet sich fast wörtlich im Einklange mit der Abhandlung über Porzellan im Universallexikon von JOH. HEINR. ZEDLER, Leipzig und Halle 1741. Sie sagt: „Nach der Zeit hat der berühmte Herr v. TSCHIRNHAUSEN in Dresden den damaligen Baron BÖTTICHER eine Art eröffnet, wie man auch allda könnte Sinesischen gleichenden Porzellan machen“.

Am 26. April 1727 hielt REAUMUR in der Pariser Akademie der Wissenschaften einen Vortrag über die „Allgemeine Idee von der verschiedenen Art und Weise, auf die man Porzellan herstellen kann und welches sind die wirklichen Stoffe des chinesischen?“ Er sagt darin: „Die Akademie hat ein Mitglied, Herrn v. TSCHIRNHAUS, gehabt, der das Geheimnis einer Porzellanmasse gefunden hat, die allem Anschein nach dieselbe ist, wie in Sachsen [48]). Ihm hat wohl MILLY seine gleiche Nachricht entnommen. Die Curiosa Saxonica von 1731 bieten eine Lebensbeschreibung von TSCHIRNHAUS. Darin sagt der Verfasser: „Ganz Sachsen wird so leicht den Herrn von TSCHIRNHAUS nicht vergessen, und sein Ruhm wird ewig feste bestehen, solange nehmlich, als die Porcellain-Fabrique in Meißen welche, nächst der chinesischen ihres gleichen in der Welt nicht hat, auch den fremden und entlegenen Ländern das schönste Porcellain liefern und übergeben wird. Denn eben der Herr von TSCHIRNHAUSEN ist derjenige, so die Massen zum Porcellain am ersten glücklich erfunden und hat sie erst nach ihm der bekannte Baron BÖTTICHER völlig ausgearbeitet und zu Stande gebracht. Der Todt nehmlich unterbrach alle schöne Bemühungen des Herrn von TSCHIRNHAUSEN, welche die Welt itzo nicht mit Gold bezahlen kann“.

Er liegt in der Kirche zu Kießlingswalde in der Oberlausitz beerdigt. In der Inschrift auf seinem Grabmale ist die Porzellanerfindung erwähnt.



TSCHIRNHAUS soll danach die ersten Proben „porcellanae pellucidae omnis coloris“ gefertigt haben. Bei diesen durchscheinenden Porzellanen jeder Farbe ist wohl an die mit metallischen Scharffeuerfarben gefärbten Porzellane zu denken, von denen TSCHIRNHAUS die ersten Proben lieferte. Die Inschrift soll der Bruder des Verstorbenen im Jahre 1739 verfaßt haben [49]).

LEONHARD [50]) sagt im Jahre 1790: „Der eigentliche Erfinder des sächsischen Porzellans ist der zu Kießlingswalde in der Oberlausitz am 10. April 1651 geborene EHRENRIED WALTHER TSCHIRNHAUS. Dieser größte Naturforscher . . . gab der Porzellanfabrik durch Entwerfung des Planes ihr Dasein. Hierauf erschien J. FR. BÖTTICHER . . . und bildete die von TZCHIRNHAUS erfundene Massen vollends aus“.

Der Dresdner Bibliothekar TH. HEMPEL lieferte die BÖTTGER-Biographie, welche in der Allgemeinen Enzyklopädie der Wissenschaften und Künste von ERSCH und GRUBER, Leipzig 1823 abgedruckt ist. Seine Angaben können als unbedingt zuverlässig angesehen werden, da er sie nach eigener Mitteilung „aus den über ihn (BÖTTGER) und sein Schicksal von 1701 bis 1719 geführten und in dem königlich geheimen Kabinettsarchive zu Dresden noch vorhandenen Akten“ geschöpft hat.

Von ihnen soll inzwischen eine Anzahl verloren gegangen sein, die HEMPEL noch benutzt hat. Deswegen ist seine Meinung von Wichtigkeit. Er hält TSCHIRNHAUS für den eigentlichen Erfinder der Porzellans. Um nicht zu weitschweifig zu werden, nenne ich von den weiteren Nachrichten des 19. Jahrhunderts, welche TSCHIRNHAUS den Hauptteil der Porzellanerfindung zuschreiben, seinen Lebenslauf in der Biographie universelle á Paris 1827 uud im Konversationslexikon von Brockhaus 1843.

In der Gegenwart ist von Professor DR. REINHARDT in Zwickau 1903 darauf hingewiesen, daß Herrn von TSCHIRNHAUS der Ruhm der Porzellanerfindung in erster Linie gebührt [20]).

Die vielen Nachrichten aus der Vergangenheit, welche TSCHIRNHAUS für den eigentlichen Erfinder des Porzellans erklären, sind hier zum Teil angeführt. Sie bekunden schon genügend die Unrichtigkeit der Behauptung ZIMMERMANNS, der allgemeine Glaube an das Erfindertum BÖTTGERS sei niemals erschüttert gewesen.

Im Verlaufe unserer geschichtlichen Betrachtung sahen wir weiter, daß die Meinung, nach welcher TSCHIRNHAUS im Anfange des 18. Jahrhunderts seine Bemühungen zur Nachahmung als hoffnungslos aufgegeben haben soll, ebenso unrichtig ist, wie die Angabe, sein Porzellan sei nur eine Art Milchglas oder Frittenporzellan gewesen.

Bei einer Abwägung der Verdienste von TSCHIRNHAUS und



BÖTTGER um die Porzellanerfindung komme ich daher auch heute wieder zu dem Ergebnis:

1. TSCHIRNAUS beobachtete, daß sich feingemahlene Aluminium- und Magnesiumesilikate bei hoher Hitze in eine porzellanartige Masse verwandeln. 2. TSCHIRNHAUS fand, daß gewisse Flußmittel, insbesondere Kieselerde und Kreide, die Verglasung bei schwer schmelzbaren Stoffen erleichtern. 3. TSCHIRNHAUS entdeckte, daß Porzellan in der Gluthitze durch gewisse Metalle gefärbt wird. 4. TSCHIRNHAUS veranlaßte König August den Starken in Sachsen, die Porzellanmacherei betreiben zu lassen. Er war dabei der treibende und leitende Geist. 5. TSCHIRNHAUS konstruierte die ersten Porzellanöfen. 6. TSCHIRNHAUS nahm BÖTTGER zu der Porzellanmacherei als Gehilfen an und gab ihm zu keramischen Arbeiten die erste Anweisung. 7. BÖTTGER hat zuerst größere Mengen Porzellangefäße fabrikmäßig hergestellt und die Masse dazu verändert und verbessert.

Eine Anzahl Nachrichten der Vergangenheit melden, die Grundlage zur Erfindung der Porzellanmasse seien die wissenschaftlichen Forschungen und praktischen Arbeiten des Herrn v. TSCHIRNHAUS gewesen. Sein Porzellan habe BÖTTGER dann weiter ausgebaut. Diese Darstellung, so sahen wir, ist richtig! Als Erfinder des europäischen Porzellans muß daher TSCHIRNHAUS zunächst und dann erst an zweiter Stelle BÖTTGER genannt werden!

Anmerkungen und Anhänge.

1. C. A. ENGELHARDT: J. F. BÖTTGER, Erfinder des sächsischen Porzellans. 1837. S. 252. Fußnote.

2) HEINTZE, Beitrag zur Geschichte der europäischen Porzellanfabrikation. (Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1898. S. 387.) Die Urkunde ist zum Teil auch abgedruckt bei E. ZIMMERMANN, Die Erfindung und Frühzeit des Meißner Porzellans, Berlin 1908. Beilage III.

3) Dekret vom 23. Januar 1710, die Gründung der Porzellanmanufaktur betreffend, ist abgedruckt bei C. B. KENZELMANN, Histor. Nachrichten ü. d. Kgl. Porzellanmanufaktur zu Meißen. Meißen 1810. S. 24—29. Dies Dekret ist auch abgedruckt in der BÖTTGER-Biographie bei ENGELHARDT. — Auch als Beilage III in dem Werke: E. ZIMMERMANN, Die Erfindung und Frühzeit des Meißner Porzellans. 1908.

4) C. A. ENGELHARDS: J. F. BÖTTGER, Erfinder d. sächs. Porzellans, Leipzig 1837. S. 78.

5) C. B. KENZELMANN, Histor. Nachrichten über d. Königl. Porzellanmanufaktur zu Meißen. Meißen 1810. S. 12.

6) JCCANDER, Das in ganz Europa bekannte Königl. Meißen. Dresden bei P. G. MOHRENTHALER 1730. S. 53. „Der Inventor dieses Porcellains, an welchem

zwar schon im vorigen Seculo der berühmte Herr von TSCHIRNHAUSEN, aber ohne Effekt, gearbeitet, ist der 1719 zu Dresden verstorbene bekannte JOHANN FRIEDRICH FREIHERR VON BÖTTCHER."

7) HEINTZE, Geschichte d. Erfind. d. Porzellans i. Archiv f. Gesch. d. Naturwiss. 1910. Bd. 2, Heft 3, S. 196. BÖTTGER sagt in einer Eingabe vom November 1717: „Ich will hier . . . nur blos von der Erfindung der allhiesigen porcellaine, sofern ich darinnen der Erste hier zu Lande gewesen und keinen Vorgänger gehabt . . . etwas handeln."

8) Siehe auch: HERMANN PETERS, Wer ist der Erfinder des europäischen Porzellans? Abgedr. in: DIERGART, Beiträge aus der Geschichte der Chemie. Leipzig und Wien. FRANZ DEUTICKE 1909 S. 378—393 u. auch HERMANN PETERS, E. W. v. TSCHIRNHAUS, Erfinder des sächs. Porzellans. Chemiker-Zeitung, Cöthen, 1908, N. 67, 68 u. 77.

9) HEINTZE, Geschichte d. Erfindung d. Porzellans. Abgedr. i. diesem Archiv 1910. 2. B., Heft 3, S. 189 u. ZIMMERMANN, D. Erfind. und Frühzeit d. Meißner Porzellans 1908 S. 20.

10) HEINTZE, Gesch. d. Erfind. des Porzellans, abgedr. i. Archiv f. Gesch. d. Naturwiss. u. d. T. Leipzig 1910 2. B., Heft 3, S. 191.

11) ZIMMERMANN, Die Erfindung und Frühzeit des Meißner Porzellans, Berlin 1908, S. 27.

12) Acta eruditorum Lips. 1687, S. 52; 1688, S. 206; 1691, S. 517; 1696, S. 345 und 554; 1697, S. 414; 1699, S. 445.

13) Histoire de l'académie royale des sciences. Année 1699, Paris 1718. S. 90—94. Effets des verres brulans de trois ou quatre pieds de Diametre. Verdeutscht heißt es in diesem Aufsatze:

„Herr Tschirnhaus hat Brenngläser hergestellt, deren Wirkungen bedeutender sind, als man je gesehen hat. Hier folgt, was er uns darüber mit geteilt hat". . . . (Zunächst Beschreibung der Aufstellung des Instruments. Dann folgen die damit angestellten Versuche). Diese Wirkungen sind:

§ 1) Jede Art von Holz, es sei trocken oder grün, selbst mit Wasser angefeuchtet, entflammt sich im Augenblick.

§ 2) Wasser in einem kleinen Gefäß kocht im Augenblick.

§ 3) Metallstücke in ziemlicher Größe schmelzen nicht im Augenblick, aber unmittelbar nachdem das ganze Metallstück einen gewissen Grad von Wärme erreicht hat Zum Beispiel ein Stück Blei, wenn es zu groß ist, schmilzt überhaupt nicht, aber in der richtigen Größe muß man es eine kurze Zeit in den Brennpunkt halten und alsdann beginnt es in einer Stelle zu schmelzen, das übrige folgt nach. Das Eisen mus in sehr dünnen Blechen sein, alsdann glüht es im Augenblick und hierauf schmilzt es auch.

§ 4) Ziegel, Schieferstein, Bimsstein, Fayence, Talkum usw., von welcher Größe sie sein mögen, glühen im Augenblick und verglasen sich.

§ 5) Schwefel, Pech und alle Harze schmelzen unter Wasser.

§ 6) Wenn man unter Wasser einen sehr weichen Holzgegenstand, etwa von Fichte, dort aussetzt, scheint er äußerlich sich nicht zu verändern, aber wenn man ihn zerspaltet, findet man ihn innen zu Kohle verbrannt.

§ 7) Wenn man in eine Kohle von hartem Holz eine Höhlung macht und legt in sie die Stoffe, die man der Sonne aussetzen will, so wird die Wirkung sehr viel heftiger.



§ 8) Ein beliebiges Metall in die Höhlung einer Kohle gelegt, schmilzt im Augenblick und das Eisen sprüht Funken, wie in der Schmiede, und wenn man die Metalle in dieser Weise einige Zeit in Fluß erhält, verflüchtigen sie sich alle, und dies geschieht besonders sehr geschwind bei Blei und Zinn.

§ 9) Die Aschen von Holz, Kräutern, Papier, Leinwand werden im Augenblick zum durchsichtigen Glas.

§ 10) Wenn einige Stoffe in Stücken nicht schmelzen wollen, muß man sie als Pulver aussetzen, wenn sie als Pulver nicht schmelzen wollen muß man ihnen etwas Salz zusetzen und alles schmilzt.

§ 11) Die Stoffe, welche sich am leichtesten im Feuer verändern, sind die schwarzen, welche im Feuer schwarz bleiben; schwerer die weißen, welche im Fluß schwarz werden; noch schwerer die schwarzen, welche im Fluß weiß werden; am schwersten die weißen, welche im Fluß weiß bleiben, wie Kieselerde, englische Kreide, Kalk usw.

§ 12) Alle Metalle verglasen sich auf einer Porzellanplatte. Man sorge dafür, daß letztere dick genug ist, damit sie nicht selbst schmilzt und daß sie allmählich erwärmt wird, damit sie nicht springt. Das Gold erhält in seiner Verglasung eine schöne Purpurfarbe.

§ 13) Wenn man in einen großen Ballon Stoffe bringt, welche leicht schmelzen, wie Kräuter, Schwefel, Antimon, Zink, Bismut usw. und darauf ein Brennglas richtet· könnte man sehr sonderbare Wirkungen in diesem Ballon beobachten; aber man muß sich hüten, daß man die Stelle des Ballons, welche die Sonnenstrahlen durchläßt, nicht zu nahe an den Brennpunkt bringt, damit die Hitze den Ballon nicht zersprengt.

§ 14) Der Salpeter in zutreffender Menge verflüchtigt sich vollständig und geht fort als Rauch, so daß man auf diese Weise in einem großen Ballon Salpetergeist machen könnte.

§ 15) Um auf einmal mehr von einem Stoffe zu schmelzen, muß man anfangs wenig davon hinlegen und wenn dieses geschmolzen ist, fügt man noch ein wenig hinzu und so weiter. Man kann auf diese Weise vier Unzen Silber auf einmal geschmolzen erhalten.

§ 16) Ein fester Stoff, welcher leicht schmilzt, kann dazu dienen, einen anderen, der schwer schmilzt in Fluß zu bringen, wenn man sie zusammen dem Brennpunkt aussetzt, selbst wenn es nur sehr wenig ist, von dem welcher leicht schmelzbar.

§ 17) Es ist auffallend, daß auch zwei Stoffe, jeder einzeln schwierig im Fluß, wenn sie in bestimmter Menge zusammen dem Feuer ausgesetzt werden, sehr leicht schmelzen, wie Kieselsteine und englische Kreide.

§ 18) Ein wenig rotes Kupfer, auf diese Weise geschmolzen, direkt in kaltes Wasser geschüttet, verursacht in diesem Wasser einen so heftigen Stoß, daß die stärksten Schüsseln zerbrechen und das Kupfer verflüchtet sich in so kleine Teile zerlegt, daß man nicht das kleinste Körnchen davon findet.

§ 19) Die Metalle verdampfen in der Schmelze, die einen früher als die andern. Sie können sich dadurch gegenseitig reinigen; zum Beispiel das Silber kann vom Blei gereinigt werden ebensogut, wie auf einem gewöhnlichen Kapellenherd.

§ 20) Man kann auch a l l e Sorten gefärbter Gläser machen.



§ 21) Alle Körper, ausgenommen die Metalle, verlieren in diesem Feuer ihre Farbe; und sogar die Edelsteine sind sofort zerfallen, so daß ein orientalischer Rubin seine Farbe im Augenblick verliert.

§ 22) Gewisse Körper verglasen sich schnell und werden auch durchsichtig wie Kristall und beim Erkalten werden sie milchweiß und verlieren ihre ganze Durchsichtigkeit.

§ 23. Andere Körper dagegen, welche in der Schmelze undurchsichtig sind, werden schön durchsichtig beim Erkalten.

§ 24) Einige Stoffe sind sehr durchsichtig in der Schmelze und bleiben es beim Erkalten, aber einige Tage danach werden sie undurchsichtig.

§ 25) Einige Stoffe, welche das Feuer in ein Glas verwandelte, das anfangs durchsichtig ist und welches darauf undurchsichtig wird, erzeugen mit anderen immer undurchsichtigen Stoffen zusammengeschmolzen ein schönes Glas, welches immer durchsichtig bleibt.

§ 26) Alle Körper, welche sich in ein durchsichtiges Glas verwandeln, werden schöner durchsichtig, wenn man sie länger im Brennpunkt läßt.

§ 27) Gewisse Stoffe werden ein so hartes Glas, daß sie scharfkantig geschnitten, gewöhnliches Glas ritzen.

§ 28) Wenn man Blei und Zinn zusammen auf einer dicken Kupferplatte schmilzt, hat man davon viel mehr Rauch, wie die einzelnen nicht haben, und sie verfliegen nicht vollständig in Rauch; es bleibt immer eine verglaste Schlacke.

§ 29) Man kann mit diesen Gläsern die Mondstrahlen konzentrieren. aber sie geben keine fühlbare Wärme, obgleich sie von großer Helligkeit sind.

§ 30) Man kann mit diesen Gläsern auch sehr interessante optische Vorstellungen machen, besser als mit Hohlspiegeln; man kann auch Brillen und Mikroskope daraus machen, die unvergleichlich besser sind, als alle, die man in dieser Art gesehen hat".

14) Ein Teil des Briefwechsels zwischen TSCHIRNHAUS und LEIBNIZ wird in Hannover in der Königl. Bibliothek aufbewahrt in Fasc. 943. Ausführliche Auszüge von den Stellen, welche auf die Porzellanerfindung Bezug haben, ließ ich abdrucken i. d. Chemiker-Zeitung, Cöthen 1908, No. 77 und zwar aus Briefen von:

v. TSCHIRNHAUS an LEIBNIZ, Kießlingswalde, d. 7. Febr. 1694. Bl. 103—107.
LEIBNIZ an TSCHIRNHAUS, d. 2. Oktober 1694. Bl. 114.
v. TSCHIRNHAUS an LEIBNIZ, Leipzig d. 12. Oktober 1694, Bl. 112—113.
v. TSCHISNHAUS junior, Dresden, 4. Nov. 1713, Bl. 149 u. 150.

15) HEINTZE, Geschichte der Erfindung des Porzellans. Abgedr. i. d. Archiv f. Gesch. d. Naturw. 1910 Bd. 2, Heft 3, S. 185 u. 186.

„Weiter setzte TSCHIRNHAUSEN große Hoffnungen auch auf die Wirkungen der Brennspiegel.“ . . . „Sie benutzten die Brennspiegel“ . . . „Es ist nur sehr interessant, daß BÖTTGER im Laufe dieser Versuche, in planmäßiger Arbeit, zu der Erfindung des Porzellans gekommen ist.“

Wo ist die historische Unterlage, daß BÖTTGER u. nicht TSCHIRNHAUS zu der Erfindung kam?

16) H. WEISSENBORN, Lebensgeschichte des E. W. v. TSCHIRNHAUS, Eisenach 1866 und: A. KUNZE, Lebensbeschreibung des E. W. v. TSCHIRNHAUS, im neuen Lausitzischen Magazin, Bd. 43, S. 1—40.

17) Brief vom 31. Mai 1682 im LEIBNIZ-Briefwechsel d. Königl, Bibliothek zu Hannover unter TSCHIRNHAUS No. 943.

18) HERMANN PETERS, Geschichte d. Phosphor nach LEIBNIZ u. dessen Briefwechsel. Chemiker-Zeitung, Cöthen 1902, 26, No. 100.

19) Histoire de l'académie royale des sciences. Bd. 1, S. 342 „Sur un phosphore".

20) REINHARDT, Beitrag z. Lebensgesch. v. TSCHIRNHAUS im Jahresberichte der Schule St. Afra in Meißen 1903. S. 7 u. 8 Abdruck des Briefes.

21) FONTELELEE, Eloge de M. TSCHIRNHAUS. J. d. Histoire de l'académie royale, Paris 1709, S. 122 u. ff.

22) ZIMMERMANN, D. Erfindung und Frühzeit des Meißner Porzellans, Berlin 1908, S. 30. HEINTZE, Geschichte d. Erfindung d. Porzellans, Abgedr. i. d. Archiv 1910 2. B., Heft 3, S. 186.

23) v. TSCHIRNHAUS, gründliche Anweisung zu nützlichen Wissenschaften 1700, S. 25.

24) HERMANN PETERS, Aus pharmazeut. Vorzeit, I. Bd. 3. Aufl., Berlin 1910 S. 113 u. S. 145.

25) HEINTZE, Geschichte d. Erfind. d. Porzellans, Archiv f. Gesch. d. Naturw. 2. B. H. 3. S. 86. TSCHIRNHAUS u. BÖTTGER „benützten Brennspiegel des weiteren um mit ihrer Hilfe das „innere Wesen" der Metalle zu erforschen. Es ist nun sehr interessant, daß BÖTTGER im Laufe dieser Versuche, in planmäßiger Arbeit, zu der Erfindung des Porzellans gekommen ist." Ähnlich bei ZIMMERMANN, D. Erfindung u. Frühzeit d. Meißner Porzellans. Berlin 1908, S. 30 u. Anmerkung 108.

26) Im Brief von TSCHIRNHAUS an LEIBNIZ v. 27. Febr. 1694. S. Anmerk. 14. Die gegenteilige Darstellung siehe bei ZIMMERMANN, D. Erfindung u. Frühzeit des Meißner Porzellans 1908. Anmerkung 113. „Es ist viefach behauptet worden, daß TSCHIRNHAUSEN auch versucht hätte, künstliche Edelsteine herzustellen. Es lassen sich dafür aus den Quellen der Zeit nicht die geringsten Anhaltspunkte finden".

27) F. ZIMMERMANN, D. Erfindung u. Frühzeit des Meißner Porzellans. 1908. S. 18.

28) C. A. ENGELHARDT: J. F. BÖTTGER, Erfinder des sächsischen Porzellans. Leipzig, 1837, S. 252. „War auch, wie man sagt, sein (TSCHIRNHAUS) Porzellan weiß, so muß es doch nur eine Art von Milchglas gewesen sein, sonst würde das weiße Porzellan BÖTTGERS, das dieser weit später als sein braunes erfand, nicht so viel Aufsehen gemacht haben". HEINTZE-Meißen. Vortrag über die Porzellanerfindung abgedr. in d. Zeitschr. f. angewandte Chemie, Leipzig 1907, XX. Jahrgang. Heft 7. S. 302 ff. „Das, was TSCHIRNHAUS unter Porzellan verstanden hat, entspricht nur dem porcelaine arteficielle der Franzosen". (= Frittenporzellan). E. ZIMMERMANN, Die Erfindung u. Frühzeit d. Meißner Porzellans. 1908. S. 18. „Er (TSCHIRNHAUS) war sicherlich wiederum auch nur zur Herstellung eines Frittenporzellans gelangt."

29) J. KUNCKEL, Ars vitraria, Flankfurt u. Leipzig 1689, 2. Auflage, S. 57.

30) E. ZIMMERMANN, Wer war der Erfinder des Meißner Porzellans. i. Neuen Arch. f. Sächs. Geschichte, Dresden 1907. Bd. 28, S. 34 u. 35.

Und dann:

E. ZIMMESMANN, Die Erfindung und Frühzeit des Meißner Porzellans, S. 278. Anm. 44.

31) HERMANN PETERS, WILHELM HOMBERG. Chemiker-Zeitung, Cöthen 1903. 27. N. 102.

32) E. ZIMMERMANN, D. Erfind. u. Frühzeit d. MeißnerPorzellans. 1908. S. 18.

33) Brief des Sohnes von TSCHIRNHAUS. GEORGE FRIEDRICH v. TSCH. schreibt an LEIBNIZ am 4. Nov. 1713: „Nebst den Unglück, dass mein Vater verstorben, ehe ich zu den Alter gelanget, dass er meinen Etablissement etwas beytragen



können, hat er auch nicht geringe Schulden hinterlassen; ob nun wohl durch meinen Vormund die Creditores in die vier Jahr bis zu meiner Majorennität aufgehalten wurden, so ist dennoch die Sache dahin ausgeschlagen, daß ein Concursus creditorum entstanden, worinnen dann nicht allein beyde nachgelassene Güter von gantz Fremden subhasta erstanden, sondern weil selbiges Capital noch nicht völlig zulanget, alle Mobilien, worunter auch die Bibliotheque zu rechnen, arrestiret wurden. Wie ich nun hierdurch um alle mein väterliches Vermögen kommen, also ist mir auch wegen eines in der Eheberedung geschehenen Versehens, das mütterliche Vermögen, so an sich selbst nicht viel betroffen, zu nichte gemacht wurden". LEIBNIZ Briefwechsel d. Hannoversch. Kgl. Bibliothek, Fasc. 943. Bl. 149. u. 150.

34) E. ZIMMERMNN, Wer war der Erfinder des Meißner Porzellans? Neues Archiv f. sächs. Geschichte, Bd. 28, S. 29.

35) HEMPELS BÖTTGER-Biographie in der Allgemeinen Ezyklopädie von ERSCH u. GRUBER, Leipzig 1823. Bd. XI. S. 289—293.

36) E. ZIMMERMANN, Gesch. d. Erfindung u. Frühzeit des Meißner Porzellans. 1908, S. 32.

37) C. A. ENGELHARDR: J. F. BÖTTGER Erfinder des sächs. Porzellans. Leipzig 1837. S. 270, Fußnote.

38) Siehe bei HEINTZE, Beitrag z. Gesch. d. Porzellans. Zeitschrift für angew. Chemie 1898, S. 1158.

39) Besoldungs-Reglement vom 12. Januar 1708. Siehe bei ZIMMERMANN, D. Erfindung u. Frühzeit des Meißner Porzellans. 1908. S. 324. Beilage IV.

40) Der Brief ist abgedruckt bei: PROF. DR. REINAHRDT. Beiträge zur Lebensgeschichte von E. W. v. TSCHIRNHAUS. J. d. Jahresbericht d. Fürsten- u. Landesschule St Afra in Meißen 1903. S. 7 u. 8.

41) Eingabe von J. FR. BÖTTGER, Dresden am 9. November 1717. Abgedr. v. HEINTZE i. Archiv f. Gesch. der Naturw. u. d. Tech. 2. B., 3. H. S. 195. 196.

42) A. ENGELHARDT: J. F. BÖTTGER, Erfinder d. sächs. Porzellans. Leipzig 1837. S. 270.

43) Eloge de M. de TSCHIRNHAUS i. d. Histoire de l'académie royale, Paris 1709, 122 u. ff.

44) TSCHIRNHAUS Nachruf. Acta Eruditorum publicata Lipsiae Calendis Januarii anno 1709 S. 46: „Unum memoramus, quod massam, ex qua vasa Porcellana confici possunt, aptissimam in nostra regione invenerit, ut vasa inde facta quam vis minori longe pretio parentur, bonitate tamen aequent orientalia, id quod justi harum rerum aestimatores candide testati sunt".

45) ZIMMERMANN, Wer war der Erfinder des Meißner Porzellans? i. Neuen Archiv f. Sächs. Geschichte. Dresden 1907. S. 17—18 u. 48. Dann 20—24 ZIMMERMANN, D. Erfind. u. Frühzeit d. Meißner Porzellans S. 51—52. Ferner 44—48

46) HERMANN PETERS. Wer ist der Erfinder des europäischen Porzellans? Abgedr. i. (DIERGART), Beiträge aus der Gesch. d. Chemie, Leipzig u. Wien bei FRANZ DEUTICKE 1909. S. 389—393.

47) HEMPEL, Biographie von BÖTTGER i. d. Allg. Enzyklopädie d. Wissensch. u. Künste von ERSCH u. GRUBER. LEIPZIG 1823. Auch in ENGELHARDTS BÖTTGER, Biographie. S. 263 u. 283.

48) Memoires de l'academie royale, 1727, S, 186.

49) Sächsisches Curiositäten-cabinet 1739. S. 314. u. E. ZIMMERMANN, Wer war der Erfinder des Meißner Porzellans? S. 45, 46.

50) F. G. LEONHARDI, Erdbeschreibung der Churfürstlich- und Herzoglich. Sächsischen Lande. Leipzig 1790. II. Aufl. Bd. I. S. 457.

Materialien zur Geschichte des brasilianischen Bergbaus.

Von Dr.-Ing. FRD. FREISE aus Frankfurt a. M.

Die auf einer nun mehr als zweijährigen wesentlich von bergwirtschaftlichen Gesichtspunkten geleiteten Forschungsreise in den bergbaulich die beste Zukunft versprechenden Distrikten Brasiliens gemachte Beobachtung, daß hinsichtlich der ersten Aufnahme der Betriebe völlige Unklarheit herrscht, andererseits die Wahrnehmung, daß sehr umfangreiche Dokumente, welche zur Erleuchtung der Vergangenheit dienlich sein können, bisher unbeachtet in den Archiven der Nationalbibliothek und der einzelnen Hauptstädte ruhen, haben die Entstehung der nachfolgenden Materialsammlung veranlaßt. Es soll in derselben weniger der Versuch gemacht werden, die Geschichte des Erzbergbaues in Brasilien zu schreiben, als vielmehr auf die bei uns zum weitaus größten Teile unbekannten Quellen hinzuweisen, um so einer zur Behandlung des Gegenstandes berufeneren Feder die Leitlinien zum Ziele vorzuzeichnen. Von diesem Standpunkte aus habe ich mich möglichster Vollständigkeit in der Angabe der Quellen befleißigt, wenn auch die Arbeit an einigen Stellen mit Rücksicht auf den verfügbaren Raum in knappem Gewande erscheinen mußte.

Nicht annähernd hätte indessen die vorhandene Literatur benutzt werden können, hätte mich nicht die Liebenswürdigkeit der Vorsteher der Nationalbibliothek und der Reichsdruckerei in Rio de Janeiro, sowie des Staatsarchivs in Minas Geraes in Bello Horizonte und der Bergakademie in Ouro Preto in meinem Suchen unterstützt. Es ist mir angesichts dieser Tatsache eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle dafür meinen verbindlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Alle Forschungen, deren Gegenstand die im Gebiete des heutigen Brasiliens wohnende Urbevölkerung gewesen ist, haben den Beweis erbracht, daß dieser jede, auch die einfachste Bekanntschaft mit einer anorganischen Urproduktion fremd geblieben ist. In einzelnen Fällen sind bei Stämmen in Goyaz, Matto Grosso und



neuerdings vom Verfasser dieser Arbeit bei den Aymorés in Espirito Santo Schmucksachen gefunden worden, die aus größeren Goldbrocken, roh zugeschlagenen Turmalinen, Bergkrystallen oder Beryllen bestanden; diese verdanken jedoch ausnahmslos zufälligen Funden ihre Ingebrauchnahme und beweisen in keiner Hinsicht einen Begriff der Besitzer von der wirtschaftlichen Verwertbarkeit der mineralischen Bodenschätze. Die Ureinwohner Brasiliens sind, wie heute als feststehend bezeichnet werden kann, nicht über die Stufe der Steinbenutzung zu ihren äußerst geringen Wirtschaftsbedürfnissen hinausgekommen. Zwar ist versucht worden, für diese Tatsache eine Ausnahme zu ermitteln, indem[1]) einem i. J. 1876 von einem Hamburger Hause bei Lavras, Munizip Caçapava, Staat Rio Grande do Sul wieder aufgenommenen Bergbau auf Kupfer in Eruptivgesteinen vorgeschichtliches Alter zugeschrieben wurde. Diese Ursprungsdatierung beruht indessen auf irriger Deutung der archäologischen Zeugnisse, welche der Betrieb darbot.

Für Brasilien fällt somit der Beginn der Nutzung der metallischen Bodenschätze mit dem Bekanntwerden des Landes durch die Kolonisatoren zusammen, ohne daß eine Zeit, „von der die Menschen schweigen und die Steine reden“ vorausgegangen wäre.

Wie die meisten Länder hat auch Brasilien in der Entwickelung des Bergwesens sein Herrenzeitalter; die „bandeirantes“ sind es, die an der Schwelle von Geschichte und Sage in der Erforschung und Besiedelung des brasilianischen Urwaldes stehen.

Die Form dieser Erforschungsreisen war allgemein die der „bandeira“ (Fahne)[2]); an der Spitze der oft mehrere Hundert Mann starken Truppe stand ein mit umfangreichen Machtbefugnissen ausgestatteter Führer; unter diesem mehrere Unterführer, die mit Geldmitteln oder mit Leuten zu den Kosten beigesteuert hatten. Sklaven dienten als Träger der aus Pulver, Blei, Werkzeugen, Stricken, Salz, Lebensmitteln und gelegentlich Sämereien bestehenden Lasten. Zu Lande folgten sie meist den Eingeborenenpfaden auf den Höhen der Wasserscheiden; kamen sie an einen sich als schiffbar erweisenden Fluß, so übersetzten sie ihn auf leichten Flößen. Heute noch erinnern manche Ortsnamen an diese Übergänge, z. B. Passa-Doris, Passa-Dez, Passa-Vinte.

---

1) S. „Berggeist“ Jahr 1877, No. 58 v. 20 Juli. Der Gewinnungspunkt liegt 37 Meilen vom Hafen Pelotas entfernt.

2) Der Name stammt vielleicht von dem bei den Tupiniquins üblichen Brauche der Aufsteckung eines fahnenähnlichen Zeichens bei Kriegsausbruch her.

Die Routen der bandeirantes sind im allgemeinen die folgenden gewesen. Von Tiété abbiegend, gelangten sie durch die Engen von S. Miguel an den Parahyba do Sul, dem sie bis Guapacaré, dem heutigen Lorena, folgten, um sich dann über die Serra da Mantiqueira zu wenden, die sie fast an dem gleichen Punkte überschritten, den heute die „Minas und Rio"-Eisenbahn benutzt. In der Richtung auf das heutige Iundiahy ziehend, ließen sie zur Linken die Wasserfälle des Urubupunga und gelangten auf dem Paranahyba nach dem Gebiete von Goyaz. Vom heutigen Sorocaba zweigte sich die Route ab, welche an die oberen östlichen Zuflüsse des Paraná und Uruguay führte. Auf den Flußläufen, welche sich zwischen den Fällen von Urubupunga und Guayrá in den Paraná ergießen, war der Weg von Paraná zum Paraguay gegeben, der nach dem Innern von Matto Grosso führte. Madeira, Tapajós und Tocatins endlich waren die Verbindungswege aus den Hochebenen des Innern nach dem Amazonas.

Eine Geschichte der bandeiras zu schreiben, ist angesichts der aus Wahrheit und Dichtung buntgemischten Überlieferung über dieselben unmöglich; für die Bergbaugeschichte ergibt sich aus der Verbindung und Sichtung der vielfältigen Nachrichten — eine Unterteilung in verschiedene Zyklen (je nach dem Vorherrschen des Interesses an dem einen oder anderen Mineral), die übrigens in ihrer Reihenfolge in keiner Weise mit dem Alter der ersten Entdeckung der Minerale zu verwechseln sind.

Die Edelsteine — mit Ausnahme des 1728 gefundenen Diamanten — bilden den ersten Zyklus, ungeachtet der vorhergegangenen Entdeckung des Goldes; das Silber ist Gegenstand des zweiten, indes bedeutungslosen Zyklus; das Gold endlich, nach dem Alter der Entdeckung allen anderen Bergbauerzeugnissen vorangehend, bildet erst zuletzt den Mittelpunkt, in dem alle Anstrengungen zusammenlaufen.

Der vorhergegebenen Einteilung schließen sich dann die geschichtlichen Notizen, betreffend die Aufsuchung der anderen Metalle an, die, weit später, zum Teil erst in der neuesten Zeit, entdeckt, weniger oder keinen Einfluß auf die Gestaltung des wirtschaftlichen Lebens genommen haben. Hierher gehören das Eisen, Kupfer, Manganerz, Blei, die Edelerden usw.



I. Die Edelsteingewinnung.

1. Die Diamantwäscherei.

Obwohl zeitlich nicht weit zurückliegend, ist die Zuweisung der ersten Auffindung des Diamanten auf brasilianischem Boden an einen bestimmten Namen oder in ein bestimmtes Jahr eine nicht leicht zu lösende Aufgabe. Unzweifelhaft fest steht nur der Name des Ersten, welcher die neuen Funde der Krone bekannt gab, doch ist es als erwiesen anzunehmen, daß dieser Benachrichtigung ein längeres, wenn auch unsicheres Bekanntsein mit dem Edelstein vorausgegängen ist.

Sowohl in einem Berichte des Gouverneurs der capitania von S. Vincente, D. Lourenço de Almeida an den König Johann V. vom 22. Juli 1729[1]) als in dem Antwortschreiben des letzteren[2]) wird darauf hingewiesen, daß man bereits seit langem glänzende und wohl kristallisierte Steine bei Gelegenheit des Goldwaschens wegen ihres Glanzes ausgesondert habe, ohne indessen alle als Diamanten zu erkennen, und zugleich ein BERNARDO DA FONSECA LOBO als Erster bekannt gegeben und anerkannt, der die Funde als Diamanten rekognosziert habe.

Als 1734 in besonderer Sendung MARTINHO DE MENDONÇA PINA E PROENÇA nach Brasilien kam, um die Verhältnisse der jungen Gewinnung zu erforschen, war seine hauptsächliche Aufgabe, den ersten Entdecker ausfindig zu machen. Die Frucht seiner Ermittlungen war eine Denkschrift, die in der Zeitschrift des Historischen Institutes[3]) und im Archivo Publico Mineiro[4]) wiedergegeben ist und der wir hier folgende Daten entnehmen.

Zu Ende des Jahres 1723 oder zu Beginn des folgenden ahres[5])

---

1) Revista do Archivo Publico Mineiro, Band VII, 1902, S. 263—65.

2) Dr. ANTONIO OLYNTHO DOS SANTOS PIRES, „Riquezas Mineraes“; Rev. do Arch. Publ. Mineiro, VIII, 1903, S. 980.

3) Rev. do Instituts Historico, Rio de Janeiro, Vol. LXIII, 1901, S. 307 u. ff.

4) Arch. Publ. Mineiro, Vol. VII, 1902, S. 251 u. ff. u. d. Tit.: „Memoria sobre o descobrimento dos diamantes na comarca do Serro Frio“.

(Aus einem dem Berichte beigegebenen Briefe gelang es dem Geschichtsforscher Capistrano de Abren, das für die Bergbaugeschichte des Landes äußerst wichtige Dokument dem wirklichen Autor zuzuweisen.)

5) Das Memoria des Martinho de Mendonca gibt zwar 1721 oder 22 als Jahr des Fundes an, indessen erhellt aus der von F. Lobo an den König gerichteten Petition um die Findervergünstigungen, daß es sich hier um oben angegebene Daten handeln muß, zumal, wie LUIZ ANTONIO PINTO, dem wir die Veröffentlichung der Texte danken, nach denen heute das Leben des F. Lobo aufgeklärt werden kann, ausführlich erwägt, F. Lobo allen Glauben verdient. — S. L. ANTONIO PINTO, Des-



hat ein in Conceiçao do Rio Major, Ort der Gemarkung Santaréno geborener Portugiese, BERNARDO DA FONSECA LOBO, zusammen mit einem gewissen FRANCISCO TEIXEIRA, goldführende Gerölle in dem Bache des Morrinhos, einem Zulaufe des von links in den Jequintinhonha fließenden Rio Pinheiro gewaschen, wobei der Letztgenannte ein helles und blinkendes Steinchen fand, auf das er die Aufmerksamkeit des FONSECA LOBO als seines Arbeitsherrn lenkte. Dieser erklärte den Fund für einen Diamanten, schenkte dem Stein aber keine weitere Beachtung wegen seiner Fehlerhaftigkeit.

Von jetzt ab mehrten sich die Funde ähnlicher Steine, von denen eine kleine Zahl durch einen Goldschmied, FELIPPE DE SANTIAGO, für 8000 cruzados[1]) nach Bahia verkauft wurde.

Diese Nachrichten veranlaßten den Auditor von Serro do Frio, ANTONIO RODRIGUEZ BANHA, die gefundenen Steine aufzukaufen, um sie untersuchen zu lassen. Weil er indessen bei dem Ankauf viele Betrügereien praktizierte, wurde er später von dem Gouverneur des Landes verwiesen[2]).

Damals war Gouverneur der capitania D. LOURENÇO DE ALMEIDA, dem F. LOBO 1726 bei Gelegenheit eines Bergtages in Villa Rica[3]) 6 Diamanten persönlich überreichte. Später erbat sich L. DE ALMEIDA weitere Muster um genauere Studien mit denselben anzustellen[4]).

Die ersten zielbewußten Waschversuche wurden 1728 begonnen, nachdem FONSECA LOBO mit zwei Interessenten, Dr. ANTONIO FERREIRA DO VALLE E MELLO und JOSÉ RIBEIRO, Bekanntschaft gemacht hatte, von denen namentlich der Erstgenannte nicht eher ruhte, als bis er dem F. LOBO die Diamant führenden Wäschen abgerungen hatte. Im April 1729 gingen die beiden Gebiete, eines am Caethé-mirim, das andere am Riacho dos Morrinhos, für 600 oitavas Gold[5]) an Dr. VALLO DE MELLO über, der auf dem erstgenannten Terrain mit 15 Sklaven den Betrieb aufnahm.

---

coberto dos diamantes em Minas, Vol. II des Arch. Publ. Mineiro, 1897, S. 271; sowie ds. Autor, Bernardo da Fonseca Lobo, o descobridor dos diamantes na Comarca do Serro, Vol. VIII des gleichen Archives, 1903, S. 344.

1) 1 cruzado seit 1722 = $^1/_{32}$ dobra (1 dobra = 12800 réis) = 0,818 g Feingold im Werte von 2,30 M. Vgl. Soetbeer, Edelmetallproduktion; Erg. H. 57 zu Petermanns Mitteilungen, Gotha, J. Perthes, 1879, Anhang I, S. 136.

2) Befehl vom 29. April 1728. Rev. do Arch. Publ. Mineiro VII, 1902, S. 254.

3) Heute Ouro Pedro.

4) Vgl. L. ANT. PINTO, Descoberto dos diamantes em Minas, a. a. O.; S. 271; „Memoria“ des Mart. de Mendonca; a. a. O., S. 255. An der ersten Stelle wird als Datum des Ansuchens an F. Lobo der 1. II., an der zweiten Stelle der 10. II. 1728 angegeben.

5) 1 oitava = $^1/_8$ onca oder gleich $^1/_{64}$ Mark, etwa $3^1/_2$ gr.



Bald wurden mehrere Gesuche um Verleihung von Waschterrains am Caethé-mirim eingereicht, die indessen von dem Grubenaufsichtsbeamten FRANCISCO MACHADO wegen noch nicht erfolgter Mitteilung der neuen Mineralfunde an den König abgewiesen wurden.

Der Gouverneur tat im Anfang keinerlei Schritte, um dem Staatsschatze aus den Funden den gebührenden Zehnten zu sichern; ob aus Unkenntnis oder aus böser Absicht, um sich an dem heimlichen Betrieb des VALLE E MELLO mit zu bereichern, ist unsicher[1]). Erst am 22. Juli 1729 meldete D. LOURENÇO DE ALMEIDA die Entdeckung dem Könige.

Durch einen Erlaß vom 2. Dezember 1729[2]) erklärte er alle Verleihungen soweit sie Diamant führende Terrains betrafen, für ungültig.

Damals wurde bereits an elf Bachläufen gewaschen, und die Gesamtzahl der angelegten Sklaven belief sich auf 1500[3]).

Die Antwort des Königs war eine scharfe Rüge wegen der unverzeihlichen Verabsäumung sofortiger Meldung der Neuentdeckung[4]) und die gemessene Anweisung, zur Sicherstellung der Ansprüche des Staatsschatzes sofort alle Schritte zu tun, sei es durch Einrichtung eines Staatsbetriebes, sei es durch Verpachtung an jedweden Dritten, der den 5. Teil der Ergebnisse einzuliefern verspreche.

Auf einem am 9. Juni 1730 einberufenen Bergtage zu Villa Rica wurden die verschiedenen Wege der Steuererhebung erwogen. Ein Staatsbetrieb erschien wegen der dazu in Anbetracht der räumlichen Zerstreuung der Vorkommen notwendigen großen Beamtenapparats untunlich; die Verdingung der Ausbeutung an Einen verbot sich gleichermaßen, weil kein genügend kapitalkräftiger Bewerber vorhanden war, auch das Wagnis der Vertragsübernahme wegen der sehr unregelmäßigen Verteilung der Edelsteine ein sehr großes sein mußte. Es blieb somit nur der Ausweg der unmittelbaren Belastung der Betriebe, die sich aber auch nicht an die Schätzung der gewonnenen Werte wenden konnte, weil diese sehr leicht zu verschleiern waren, die vielmehr nur die Arbeiterzahl zum Anhalt nehmen konnte. Es wurde hier eine Abgabe von 5 Milreis pro

1) Der damalige Vizekönig von Brasilien, Graf von Sabugosa, spricht in einem an Mart. de Mendonca unter dem 22. XII. 1734 gerichteten — heute in der Bibliothek des Instituts für Geschichte, memoria No. 346 - den capitão general D. Lourenço de Almeida der Teilhaberschaft an den unsauberen Unternehmen des Valle e Mello schuldig mit Hinweis auf seine (D. Lourenços) 18jährige Praxis in Indien.

2) Rev. d. Arch. Publ. Min.; VII. 1902, S. 264 u. 65.

3) Brief v. D. Lourenço an den König von 11. Juni 1730; Rev. do Arch. Publ. Min., VII, 8., S. 265 u. 268

4) Kgl. Brief vom 8. II. 1730; s. ob. zit. Arb. von Dr. ANT. OLYNTHO DOS SANTOS PIRES, betr. Riquezas Mineraes, S. 980 u. 981.



Kopf der höchstens[1]) beschäftigten Arbeiterzahl feztgesetzt und zugleich eine Strafe von 20 Milreis für jeden nicht eingetragenen oder zuviel beschäftigten Sklaven bestimmt, von der 1/4 in die Staatskasse, 3/4 aber unter den Flußaufsichtsbeamten, den Steuereinnehmer und den Registerbeamten verteilt werden sollte. Leicht ersichtlich ist, daß diese Bestimmungen einer Freierklärung des Betriebes für jeden Unternehmungslustigen fast gleichkamen, war doch einerseits der Einheitssatz viel zu unbedeutend im Vergleich zu dem möglichen Arbeitsergebnisse, anderseits die angedrohte Geldstrafe als Mittel, von der Verheimlichung von Arbeitern abzuschrecken, bei der vergleichsweise sehr geringen Wahrscheinlichkeit, auf frischer Tat ergriffen zu werden, vollständig zwecklos.

Die Folge bewies auch durchaus die Wertlosigkeit der getroffenen Maßnahmen, denn die Diamantenausbeute wuchs dergestalt, daß die Marktpreise erheblich sanken. Schon am 31. März 1731 wurden durch Dekret des Königs alle Gräbereien vom 1. Januar 1732 an bis auf weiteres eingestellt erklärt mit 2—3 Ausnahmen, deren Felder auf die Dauer von zwei Jahren an den Meistbietenden vergeben werden sollten. Die Ausführung dieser Maßregel, die sich auf insgesamt 2500 Arbeiter[2]) erstreckte, wurde durch Militäraufgebot gesichert.

Den Gewinnungsarbeiten freigegeben blieben nur der Jequitinhonhafluß und ein Zulauf desselben; an ersterem sollte für den Fall, daß sich bei der Versteigerung kein Bieter fände, der Betrieb für Rechnung des Fiskus mit höchstens 250 Sklaven und 10—12 Aufsehern fortgesetzt werden. Außerdem wollte man alle Steine von mehr als 20 Karat Gewicht der Krone vorbehalten.

Schon am 22. April 1732 wurde indessen von dem Gouverneur auf eigene Faust das eben angegebene Dekret außer Kraft gesetzt und eine Kopfsteuer von 20 Milreis angeordnet, die von den Diamantgräbern aus eigenem Antrieb angebotenen jährlichen 120000 cruzados Zusatzsteuer aber abgelehnt.

Unter der Wirkung dieser Maßregel wuchs der heimliche Betrieb dergestalt, daß unter dem Nachfolger D. Lourençós, D. André de Mello e Castro, die Zahl der in den Wäschen beschäftigten Sklaven, obwohl die Kopfsteuer auf 25 Milreis und bald auf 40 Milreis erhöht worden war, auf mehr als 40000 geschätzt wurde.[3])

1) D. h. in der trockenen Jahreszeit.

2) Dies kann man aus einem Berichte des D. Lourenço an den König vom 26. Juli 1731 schließen, in dem das Ergebnis der Kopfsteuer zu 10577 Milreis 760 rs angesetzt wird. — S. Revista do Archivo Publico Mineiro, Bd. VII, S. 274, 276.

3) Vgl. Nationalbibliothek, Codex 4°—3 der „Sammlung Martins" — der Nat.-Bibl. vom Grafen v. Figueredo geschenkt — u. d. Tit.: Do descobrimento dos diamantes e dos differentes methodos que se tem practicado na sua extracçâo. S. 133 bis 143.



Der Preis der Steine in Amsterdam fiel von 8 auf 2 Milreis je Karat; ja 1733, kurz vor Einlauf einer brasilianischen Flotte, die, wie man in Erfahrung gebracht, größere Posten Diamanten mitführte, wurden selbst um beliebig niedrige Preise keine Abschlüsse erzielt [1]).

Unter dem Drucke dieses Preissturzes wurden in der Folge eine Reihe von Abwehrmaßregeln erwogen, unter denen die der Errichtung einer mit dem Monopolrechte ausgestatteten Betriebs- oder Verkaufsgesellschaft den breitesten Raum einnimmt [2]). Indessen bildete die Unmöglichkeit, Kapitalien in einem dem Umfange der Geschäfte entsprechenden Betrage flüssig zu machen, das Hindernis für die Umsetzung der Vorschläge in die Tat. Ausgeführt wurde schließlich der Vorschlag des Dr. JOÃO MENDES DE ALMEIDA, wonach die Wäschen dem Staate reserviert bleiben, aber zwecks einer in sehr engen Grenzen gehaltenen methodischen Ausbeutung, welche die Erschöpfung der vorhandenen Vorräte und die Preissteigerung der Steine gestatten könne, zeitweilig an einen Einzelunternehmer vergeben werden sollten. Die Instruktionen, mit denen 1734 MARTINHO DE MENDONÇA PINA E PROENÇA nach Brasilien kam, die Erlasse des Königs vom 30. Oktober 1733 [3]) und das Gesetz vom 24. Dezember 1734 [4]) sind die Schlußsteine an dem Werke der Krone, die Einkünfte aus den Diamantenwäschen auf angemessener Höhe zu halten.

Zum obersten Beamten des abzugrenzenden, nach Maßgabe neuer Funde [5]) zu vergrößernden Reservatgebietes wurde der Oberrichter RAPHAEL PIRES PARDINHO ernannt. Am 19. Juli 1734 [6]) wurde vom Gouverneur die von Lissabon verfügte Einstellung der Betriebe bekannt gemacht, die am 31. August desselben Jahres innerhalb des nachstehend umgrenzten Gebietes in Kraft treten sollte. Das Reservatgebiet begann [7]) am Wasserfall des Inhahyflusses, von wo sich die Grenze den Jequitinhonha

---

1) Vgl. R. SOUTHEY, History of Brazil, London 1819, III, 275—279.

2) Vgl. SOUTHEY, a. a. O. 281.

3) Basiert auf den Vorschlügen von J. M. de Almeida; vgl. Revista do Archivo Publico Mineiro, III, S. 36—44 im „Regimento da Capitação".

4) Hier heißt es: „Die Gruben, in denen sich die Diamanten finden, gehören ebenso wie die Metallbergwerke meinem Hoheitsrechte und auch von ihnen ist mir der gehörige Abgabensatz zu bezahlen. Auch kann ich von ihnen für mich reservieren, was mir beliebt." Vgl. Rev. do Arch. Publ. Mineiro, 1903, S. 981 in der Arbeit von Dr. ANT. O. DOS SANTOS PIRES, sowie Dr. FRANCISCO IGNACIO FERREIRA. Repertorio juridico mineiro, Rio 1884, S. 41—44.

5) Das „Schürfen" auf Diamantlagerstätten war also nicht verboten, womit dem Schleichhandel bei der Dehnbarkeit des Begriffes noch ziemlicher Spielraum gelassen war.

6) Codex cit. der Nat.-Bibl., S. 142—144.

7) S. cod. cit. d. Nat.-Bibl., S. 144—146.



hinaufzog bis 1 Meile oberhalb des Wasserfalles des Flusses Lages. Der 3. Eckpunkt lag auf einem Hügel bei Bandeirinha, der 4. auf einem als Tromba d'Anta bezeichneten Berge, dem Bandeirinhas-Bache gegenüber. Von hier folgte die Grenze den Wasserscheiden rings um die Hochfläche bis an die Quellen des Pardoflusses, von wo sie an den Inhahy reichte, um sich zu schließen.

Am 17. Juli 1735 wurde eine Reihe von kleinen Zuläufen des Jequintinhonha und des Paraúna hineinbezogen, am 10. September 1737 der Gouveiabach angeschlossen [1]).

Die angegebenen Maßregeln hatten teilweise den erwarteten Erfolg; die offene Gewinnung verschwand fast gänzlich, die heimliche war wegen der steten Überwachung durch Reiterpatrouillen in der Existenz äußerst gefährdet. Der Preisaufschlag konnte also nicht wohl ausbleiben. Indessen erhoben sich gegen die drückende Betriebseinstellung gar bald auch Proteste der über einwandfreie Goldfelderverleihungen verfügenden Bergwerksbesitzer.

Gegen die sich mehr und mehr häufenden Vorstellungen konnte sich der neue Gouverneur der capitania Minas Geraes, Gomes Freire de Andrade [2]) nicht länger verschließen; er begab sich 1738 nach Tijuco, dem heutigen Diamantina, um die für den Fall erforderlichen Vorkehrungen zu treffen [3]).

Freire beschloß [4]) alle Diamantbesitzer einzuladen, ihre Steine bei der Bergverwaltung zu deponieren, wo sie von Interessenten kostenlos eingesehen werden könnten. Ehe diese Anordnung [5]) zur Ausführung kam, traf eine Ordre des Königs ein [6]), G. Freire solle die Neuaufnahme der Gewinnungen veranlassen. Der Gouverneur, mehr als Laie in Sachen der Diamantgewinnung, glaubte, durch eine Einschränkung der Feldergrößen und der Arbeiterzahl eine Kopfsteuer von 230 Milreis [7]), und eine Vergebung aller Art von Unternehmungen an einen Meistbietenden, das Problem lösen zu können. Die angesessenen Diamantwäscher weigerten sich, derartigen Bedingungen näher zu kommen, weil diese weit von

---

1) S. cod. cit. Nat.-Bibl., S. 150 und 152.

2) Nachfolger des Grafen von Galvêas seit 26. 3. 1735.

3) Die Goldwäscher hatten an D. Johann V. gewandt und dieser hatte die Aufhebung des Goldwaschverbotes verfügt mit der Bedingung, daß dem Ärar kein Schaden aus der gleichzeitigen Mitgewinnung von Edelsteinen erwachse. Vgl. Memorias do Districto Diamantino, Rio de Janeiro 1868, S. 39.

4) Cod cit. Bibl.-N., S. 152, 153.

5) Verfügung vom 23. April 1738.

6) Dieses schließt man aus den einleitenden Worten der von G. F. erlassenen Verfügung vom 19. I. 1739. Vgl. Cod. cit. Nat.-Bibl., S. 154.

7) Anstatt der zuletzt erhobenen 30 Milreis.

einer Rücksichtnahme auf die tatsächlich vorliegenden Lagerstättenverhältnisse entfernt waren [1]).

Die beiden ersten Betriebskontrakte [2]), die vom 1. Januar 1740 bis 31. Dezember 1747 liefen, endeten mit großem Schaden für die Unternehmer, obwohl es diesen, JOÃO FERNANDES DE OLIVEIRA und FRANCISCO FERREIRA DA SILVA, nicht an Mitteln und Willen den Klauseln [3]) zuwider zu handeln, mangelte.

Das größte Hindernis für die Entwicklung der Gewinnung war die Abneigung der festgeschlossenen Vereinigung der Londoner und Antwerpener Steinhändler gegen brasilianische Steine, von denen viele, zu Schleuderpreisen gekauft, nach Goa geschickt wurden, um von da als Golconda-, Bengala- oder Visapur-Steine wieder eingeführt zu werden.

Die Diamantgewinnung durch Unternehmer dauerte bis Ende 1771 und umfaßte 6 Vertragsperioden von je 4—6 Jahren. Am 12. Juli 1771 [4]) wurde in Lissabon eine Kommission unter dem Vorsitze POMBALS berufen, welche alle Fragen des Diamantbergbaus durchberaten sollte. Am 31. Dezember desselben Jahres wurden alle Betriebe bis auf weiteres eingestellt, weil man in den Kontrakten ein Mittel zur Verschleuderung des Staatsvermögens erkannt hatte.

Die Ergebnisse der Kontrakte sind nach den aus dem zitierten Kodex der Nationalbibliothek und andern an Ort und Stelle angegebenen Quellen in der folgenden Tabelle S. 435 zusammengestellt.

Bereits 1731 waren im Gebiete des Staates Bahia Diamanten gefunden worden, es war aber nicht zu einer Gewinnung derselben in größerem Umfange geschritten worden, weil der Gouverneur, CONDE DE SABUGOSO, es angesichts der in Minas Geraes vorgekommenen Schwierigkeiten vorzog, im Umkreise von 10 Meilen um die Fundstellen jede Ansiedlung und jedwede Unternehmung zu verbieten.

Auch in Goyaz fanden sich seit 1733 Diamanten im Piloẽs-Flusse, es kam aber hier wegen der dauernden Störungen durch die Indianer zu keiner Entwicklung des Betriebes.

Die Frucht der unter POMBALS Vorsitz stattfindenden Beratungen in Sachen der Diamantgewinnungen war das bereits am 2. August des-

1) Bei 230 Milreis Kopfsteuer wären wenigstens 70 Karat je Kopf zu gewinnen gewesen, ehe ein Gewinn des Unternehmers anfing, was bei der Art und dem Gehalt der Lagerstätten ein unmöglich zu erfüllendes Verlangen war.

2) Der erste Vertrag ist am 26. Juni 1739 abgeschlossen, soweit der zit. Cod. der Nat.-Bibl., S. 52 angibt. OLYNTHODOS S. PIRES gibt den 10. Juni 1739 an.

3) Betr. der Vertragsbestimmungen dieser und der bis 1771 folgenden Kontrakte s. Cod. cit. Nat.-Bibl. 170—178, 179—186. 188—194, 210—214, 221—223.

4) S. Cod. cit., S. 224—226.



selben Jahres bekannt gemachte drakonische Regimento Diamantino[1]), das Grünbuch oder der „Löwenrachen“ des Volksmundes. Zunächst wurden die — bereits oftmals von den Gouverneuren bekannt gegebenen, aber nie befolgten — Vorschriften zur Sicherung der Betriebe und der Verhinderung der Schädigung der Nachbarschaft verkündigt und mit der Strafe der Ausweisung aus der Gemarkung jede Außerachtlassung bedroht. Weiters setzte das Gesetz als alleinigen Richter in allen den Diamantenbetrieb im weitesten Sinne betreffenden Sachen den Generalintendanten der Gemarkung ein, der (ex formata conscientia) im summarischen, auf bloße anonyme Anzeige gestützten Prozeß — zu urteilen berufen wurde, wobei dem Denunzianten, falls Sklave, bei der Wahrheit entsprechender Anzeige die Freilassung winkte.

Nummer	Zeit des Kontraktes	Kontraktanten	Ausbeute in Karat	Verkaufspreis Milreis	Abgabe an den Staat Milreis	Preis je Karat Milreis
1.	1740—43	J. F. de Oliveira; F. F. da Silva	134 071	1 606 : 272 037	575 : 864 438	11 980
2.	43—47	dieselben	177 200	1 807 : 472 837	755 : 875 726	10 200[3])
3.	49—52[2])	Francisco Caldeira Brant	154 579	1 438 : 015 987	609 : 576 465	9 298
4.	53—59[4])	53—57: Bristows Warde & Co. 57—59: J. Gose u. Jos. v. Nek	390 094	3 625 : 580 888	914 : 921 424	9 294
5.	60—62	Daniel Gildemeester	106 416	929 : 476 750	329 : 320 972	8 735
6.	62—71	J. F. de Oliveira [5])	704 209	6 108 : 579 163	1 458 : 663 563	8 674
			1 666 569	15 515 : 397 662	4 644 : 172 588	

Am 23. V. 1772 wurde das Amt eines Stellvertreters des Oberrichters geschaffen[6]), dem geradezu die „tunlichste Vereinfachung der Prozeßformen“ zur Pflicht gemacht wurde.

1) Rep. Jur do Min., S. 209 u. ff.

2) 1748 stand der Betrieb wegen Aufräumungsarbeiten still.

3) v. ESCHWEGE gibt in seinem Pluto Brasiliensis, S. 391 als Einheitspreis für das Karat 11900 bis 13400 rs in den Jahren 1743/45 an.

4) Betr. deren Kontrakte vgl. Cod. cit. Bibl.-Nat., S. 70—108.

Die ersteren verpflichteten sich, jährlich 35 000 K. zum Preise von 9200 rs je K. zu verkaufen; die letzteren sollten jährlich 5000 K. zum gleichen Preise aus den Lissaboner Beständen verkaufen. Beide Verträge wurden kaduziert, weil die Vertragschließenden, den portugiesischen Interessen zuwiderhandelnd, sich den Londoner Steinhändlern in die Hände lieferten.

5) Den von J. F. de Oliveira erlangten Reichtum, der heute noch in Diamantina sprichwörtlich ist, schildert P. Taques in seiner Nobiliarchia Paulistana; vgl. Rev. do Inst. Histor. e Geogr. Vol. 34, Teil 1, S. 208; Biographie von D. ISABEL PRES MONTEIRO. 6) Rep. Jur. Min., S. 223—227.

Die Goldwäschereien wurden auf einen kleinen Bezirk am Morro do Tijuco und bei Bicas beschränkt.

Durch Gesetz vom 13. Mai 1803 wurde der Staatsbetrieb eingestellt und durch das staatliche Monopol des Diamantenhandels ersetzt, demgemäß die Finder alle Steine der Regierung abzuliefern hatten[1]). Bereits am 1. September 1808 wurde diese Neuordnung widerrufen[2]). Seit 1821 machte sich ein Verschwinden des Regimento bemerkbar, hervorgerufen durch die revolutionären Bewegungen, welche die vorweggenommene Beeidigung der in Lissabon erst auszuarbeitetenden Verfassung begleiteten; ein ganzer Flügel des Gebäudes der Kolonialverwaltung sank zur Erde und die negative Entscheidung[3]) des Regenten D. PEDRO auf eine Anfrage des Aufsichtsbeamten D. LUIZ JOSÉ FERNANDES DE OLIVEIRA, ob angesichts der neuen Verfassung der Strafapparat des Regimento Diamantino noch seine Wirksamkeit behalte, bestätigt lediglich ein im Diamantenbezirke vollendetes Faktum.

Formell abgeschafft wurde der Staatsbetrieb durch Gesetz vom 25. Oktober 1832[4]); fortan war der Betrieb jedem gestattet gegen Zahlung einer der vergebenen Fläche entsprechenden Abgabe. Zur Absteckung der Konzessionen wurde in Diamantina eine Inspektion geschaffen.

Bis 1841 blieb etwa ein Dutzend Mann bei der Säuberung der zurückgelassenen Haufwerke zurück.

In der bisher betrachteten Zeitspanne gesellten sich dem Gebiete von Diamantina verschiedene andere Diamantdistrikte zu.

1769 und 1771 wurden in dem von links in den Jequintinhonha fließenden Abaetéflusse von 2 aus Diamantina ausgewiesenen Abenteurern Diamanten gefunden, worauf sich in kurzer Zeit 1000 Wäscher dahin begaben[5]). Im allgemeinen blieb der Bezirk aber ziemlich unbeachtet. Noch weniger Bedeutung erlangten die um die gleiche Zeit aufgenommenen Wäschen an den übrigen Zuläufen des Jequintinhonha v. l., des Indaiá, rio do Somno, Paracatú, Urucuia, Borrachudo e Bambuhy. ESCHWEGE erwähnt[6]) aus dem Abaeté und dem Indaiá eine Ausbeute von 849 Steinen = 457 5/16 Karat in 3 Jahren, wahrscheinlich unter der Ver-

1) Rep. Jur. Min., S. 48—69.

2) Memorias do Districto Diamantino von Dr. JOAQUIM FELICIO DOS SANTOS; Rio de Janeiro 1868, S. 274—278.

3) Entscheidung vom 27. Juli 1821, zit. in Memorias do districto Diamantino, S. 371.

4) Rep. Jur. Min., S. 146—150.

5) Dr. JOSE VIEIRA CONTO, Memoria sobre as minas da Capitania de Minas Geraes em 1801; Rio, Laemmert, 1842 enthält eine mehr sensationelle als vollständige Beschreibung der Zone.

6) Pluto Brasiliensis, S. 402.

waltung von Dr. DIOGO PEREIRA RIBEIRO DB VASCONCELLOS. Eine Denkschrift des letzteren[1]) erwähnt besonders einen Stein von 7 oitavas und einen andern von 7,8 oitavas.

Sehr bedeutenden Schwierigkeiten begegnet der Versuch einer Schätzung der gewonnenen Diamantenmengen. Die Schätzung des heimlichen Exports auf 2000000 Pfd. St., wie sie MAWE gibt[2]), muß als basislos abgelehnt werden.

Der offene Handel kann aus den Rechnungen der Staatsbetriebe, den Nachweisen von ESCHWEGE[3]) und des mehrfach erwähnten Kodex der Nationalbibliothek, sowie der Arbeit von Dr. ANT. OLYNTHO DOS SANTOS PIRES entnommen werden, die für den Zeitraum 1772—1785 übereinstimmen.

Die Angaben von SPIX und MARTIUS[4]) weichen sehr bedeutend ab.

Die Ergebnisse der Aufzeichnungen von Dr. A. O. SANTOS PIRES[5]) sind bis 1828 die folgenden.

Jahr	Karat	Jahr	Karat	Jahr	Karat	Jahr	Karat	Jahr	Karat
1772	33 493	1784	62 038	1796	14 805	1808[6])	19 924	1820	6 807
73	50 343	85	37 528	97	11 007	09	16 732	21	7 420
74	37 003	86	30 677	98	11 082	1810	17 925	22	7 275
75	36 877	87	28 404	99	11 952	11	18 329	23	9 894
76	37 414	88	28 630	1800	12 022	12	15 811	24	6 124
77	40 517	89	29 557	01	15 719	13	18 558	25	5 361
78	39 068	1790	31 664	02	29 268	14	26 944	26	6 113
79	39 479	91	28 400	03	28 435	15	22 965	1827	3 721
1780	31 947	92	26 184	04	14 892	16	9 213	bis	
81	38 605	93	27 781	05	15 302	17	9 396	1. 4. 28	
82	51 262	94	33 320	06	18 095	18	10 540	Gesamt-	
83	48 117	95	26 031	07	17 517	19	5 920	Summe:	1 : 319 192 Karat
								1772 — 1. 4. 1828	

Zu Ende des 18. oder Beginn des 19. Jahrhunderts kamen in Goyaz Wäschen im rio Claro, rio Fortuna, Desengano, Tres Barras, Caiapósinho

1) S. dess. Memorias sobre a capitania de Minas Geraes in Rev. do Arch. Publ. Min., VI., 1901, S. 787.

2) Travels in the interior of Brasil, London 1817.

3) Pluto Brasiliensis, Berlin 1833.

4) Reise nach Brasilien, (3 Bände, München, 1823—31) II., 470.

5) Gewonnen aus dem Briefwechsel zwischen Diamantina und Lissabon; s. „Riquezas mineraes“, l. c. S. 1000/1002.

6) Umfaßt, wie alle folgendcn Jahre, den Zeitraum 1. IV., — 31. III. f. Js., dazu für sich allein, den Zeitraum vom 1. I. 08; daher die größere Zahl.

in Betrieb; in Matto Grosso wurden in den Quelläufen des Arinos Diamanten gefunden. S. PAULO gab im Sapucahymirim und im rio Verde, Paraná im Tibagy, Japó und anderen des Gebietes des Paranapanema kleine Mengen von Diamanten seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts.

Im Staate Bahia hatte sich nach dem strikten, oben zitierten Verbote des Grafen von SABUGOSO selbst die Tradition von Diamanten verloren. Um 1821 fanden SPIX und MARTIUS die ersten Steine auf der Serra do Cincorá, ohne indessen einen Betrieb veranlassen zu können. 1842 und 1843 wurden von einem Minenser die Betten aller Bäche zwischen der Serra do Cincorá und Lavras-Diamantinas, Chapada-Velha, Remedio und Tromba diamanthaltig befunden. Schon im folgenden Jahre sollen 14—25 Tausend Diamantsucher die Wäschen bevölkert und täglich etwa 1450 Karat Steine gewaschen haben.

Von dem Reichtum jener als Chapada-Diamantina bezeichneten Gegend gibt folgende Tabelle, betr. Diamantausfuhr aus Bahia von 1851—1861 [1]) eine Idee.

Es wurden ausgeführt:

1851:	54.495 Karat,	1854:	56.297 Karat,	1857:	79.835 Karat.
1852:	71.260 „	1855:	97.195 „	1858:	93.117 „
1953:	32.285 „	1856:	151.095 „	1860:	73.832 „

Gesamtausfuhr: 709411 Karat.

Um 1850 wurde im „Dreieck von Minas“, d. h. zwischen dem Rio Grande und dem Paranahyba, eine Reihe von Diamantlagerstätten entdeckt. Die ersten Funde geschahen bei Bagagem, dessen Name 1853 berühmt wurde durch den „Estrella do Sul“ [2]), und wo 1757 der Diamant des Herrn E. Dresden [3]) gefunden wurde. Nach und nach wurden in den Flüssen Uberaba, Borá, Dourado, Douradinho, das Pedras, Agua-Suja Diamanten gefunden.

1882 wurde der Diamantendistrikt von Salobror, am Rio Pardo, 2 Tagereisen von der Hafenstadt Cannavieiras [4]) entfernt, entdeckt. Der Bezirk bevölkerte sich trotz des sehr ungesunden Klimas bald mit 2—3000 Arbeitern, vornehmlich aus Minas. Heute ist das Vorkommen fast erschöpft.

Seit den 80er Jahren werden auch die Carbonados aus den Lagern des Staates Bahia ausgebeutet. Die gegenwärtige Produktion mag etwa 3000 Karat monatlich betragen. Das größte bekannte Carbonatstück,

---

1) Nach A. O. SANTOS PIRES. „Riquezas“, l. c. S. 1006/1007.

2) Roh 254,5 Karat, geschliffen 125½ K., um 80.000 Pfd. Sterl. an den Gaikwar von Baroda verkauft. Schleifkosten 450.000 Fl. holl.

3) Roh 117½ Karat, geschliffen 76½ Karat.

4) S.-Teil von Bahia.



3150 Karat schwer, wurde 1905 bei Lençóes gefunden und ergab beim ersten Verkauf 24 Contos, beim 2. 100 Contos de réis.

1894—1907 betrug die carbonado-Ausfuhr Bahias ca. 28000 Gramm (ohne Schmuggel, der etwa das Vierfache betragen mag).

Gegenwärtig bestehen 15 Gesellschaften zur Ausbeutung von Diamantenvorkommen in Brasilien, davon 7 in Minas Geraes, 3 in Matto Grosso, 3 in Goyaz und 2 in Bahia. Gearbeitet wird nur in Minas Geraes und Bahia; das Jahresausbringen beläuft sich (1908) auf etwa 2500 Contos de réis, von denen Diamantina und Bagagem etwa 2400 Contos ausbringen. In Betrieb sind nur 5 Gesellschaften.

Insgesamt mag Brasilien in den 180 Jahren seit 1728 etwa 3500 kg Diamanten erzeugt haben, wie aus folgendem belegt werden kann.

WAPPÄUS [1]) gibt, gestützt auf ESCHWEGE's Pluto Brasiliensis und auf CASTBLNAU [2]) die Gesamtausbeute bis 1849 einschl. auf 9887098 Karat an.

Nach demselben Autor: Ausbeute 1852—1862:	1915200 Karat
Nach TSCHUDI [3]) Ausfuhr 1850—1852: . . .	430000 „
Ausfuhr 1862/63 und 1865/66 insgesamt nach Ausweis des Finanzministeriums	763402 „
Gesamt bis 1866	12995700 Karat =

2665 kg.

Aus den Ausweisen des Unionsfinanzministeriums (bis 1889) und der Staatsministerien für Bahia und Minas bis einschl. 1908 ergibt sich eine Gesamtproduktion von 413268,937 Gramm.

Unter Anrechnung des inneren Verbrauchs und der verbotenen Produktion mag man die Gesamtmenge auf oben angenommene 3500 kg ansetzen.

2. Die sonstigen Edelsteine.

Schon bei den ersten Kolonisten Brasiliens setzte sich, verursacht durch die relative Häufigkeit der Verwendung von Edelsteinbruchstücken seitens der Eingeborenen, die Meinung fest, das Land sei überreich an edlen Steinen und dieser Idee folgend, wurden schon 1538 [4]) die

1) Dr. J. E. WAPPÄUS, Handbuch der Geographie und Statistik des Kaiserreichs Brasilien, Leipzig, 1871, S. 1423—1426.

2) FRANCIS DE CASTELNAU, Expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, Paris, 1850.

3) Die bras. Provinz Minas Geraes, Gotha 1862.

4) Vgl. MELLO MORAES „Brasil Historico", Rio de Janeiro 1866, I. 2a Serie, S. 187—188. Brief des Felippe de Guilhem an D. João III, woselbst es heißt: . . . „Im ersten Jahre meines Hierseins — in Bahia — sagte man mir, daß jene — die Edelsteinbandeirantes — von Porto Seguro aus nach dem Innern gezogen und daselbst 5—6 Monate weit vorgedrungen seien." F. de G. kam 1538 nach Bahia.



ersten Reisen nach dem Innern unternommen, um die Schätze der „Serra das Esmeraldas“ zu heben.

Um 1580, als die Aymóres-Indianer die Tupiniquins an der Küste vom S.-Matheusflusse nach N. hin zurückdrängten und aufzureiben begannen, um sich selbst zu Herren der Küste des heutigen Staates Espirito Santo zu machen, erlitten die Reisen eine vorläufige Unterbrechung. Man wußte durch die vorhergegangenen bandeiras, unter denen die von Sebastião Fernande Tourinho 1571—72 [1]) und die von Paulo Dias Adorno [2]) geführte hervorragen, daß die Serra das Esmeraldas die Wasserscheidengebirge der Flüsse Mucury, Jequitinhonha und Doce umfaßte und daß sich außerdem zwischen Jequintinhonha und S. Francisco viele Edelsteine fänden.

In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts wurden mehrere Expeditionen ausgerüstet, von denen keine das Ziel erreichte. Erst mit FERNAM DIAS PAES beginnt eine neue Ära, jetzt des Erfolges [3]). Dieser erbot sich 1672 auf eigene Kosten Edelsteine aufzusuchen und legte dem Generalgouver- von Brasilien, AFFONSO FURTADO DO CASTRO DO RIO DE MENDONÇA, Marquis von Barbacena einen genauen Plan, auf die Erfahrungen der Vorläufer gestützt vor, nach dem er ein Jahr lang sorgfältigst rüstete und am 24. Juli 1674 abreiste [4]).

Beizupflichten ist den Ausführungen Dr. ORVILLE DERBYS [5]), daß FERNAM DIAS die Einrichtung von Etappen an den Routen zu danken ist, die nicht nur den Nachschub von Hilfsmitteln und Mannschaften bedeutend erleichterten, sondern auch auf lange Zeit hinaus den bleibenden

1) Bezgl. dieser bandeira vgl. Gabriel Soares de Souzats Tratado descriptivo do Brasil, Rev. do Instituto Historico e Geographico, Vol. XIV., 2. Ausgabe v. 1886, S. 50—60.

2) Vgl. zu dieser Expedition:

1. Pedro Taques, Nobiliarchia Paulistana, Revista do Instituto Historico e Geographico, Bd. XXXIV, Teil 1, S. 6 ff; hierin Simão de Vasconcellos, S. J., Chronica da Companhia de Jesus no Brasil zitiert;

2. Historia de la Fundacion del Collegio de la Baya de todos los Santos y de sus residencias, Annalen der Nationalbibliothek Rio de Janeiro XIX, 1897, S. 108.

3) Die nachfolgenden Daten sind, ausgenommen die aus anderen Autoren entnommenen Richtigstellungen, aus Taques' Nob. Paulistana geschöpft. Bd. XXXV, Tl. 1, S. 102—132; Bd. XXXIV, Teil 1, S. 220—226.

4) Taques gibt hier 1673 als Ausreise an; in einem in der Nat.-Bibl. aufbewahrten Schreiben D. Pedros vom 30. XI. 1674 heißt es: „Aus der Abschrift Eures Briefes vom 21. Juli ds. Js . . . wurde mir bekannt, wie er . . . am bezeichneten Tage auf die Erforschung der Gruben in Sertão von S. Paulo und der Smaragdvorkommen auszog“, woraus das richtige Datum erhellt.

5) Os primeiros descobrimentos de ouro em Minas Geraes; Revista do Instituto Historico de S. Paulo, Vol. V, S. 110 u. ff.



Straßenzug von S. Paulo nach den Gruben von Sabará und die Verbindung mit der Zone von Diamantina festgelegt haben.

Die Expedition ist vom oberen Rio Grande aus durch die Punkte Paraopeba, Sta. Luzia do Rio das Velhas, Roça grande (zwischen Serro und Diamantina, heute nicht mehr vorhanden), Serra do Itacambira [1]). Quellgebiet des Itamarandiba [2]), Tal des Jequintinhonha und Arassuahy bezeichnet. Letzteres Gebiet bezeichnet die Tradition, welche TAQUES mitteilt, als das Smaragdgebirge; hier fand die Expedition ohne Zweifel Steine, blieb jedoch hier nicht liegen, sondern folgte entweder den Traditionen der älteren Erforscher oder den geographischen Anzeichen und wandte sich nach Osten in die Quellzone eines der zum Urupuca gehenden Zuflüsse, etwa des Itambacury, der heute noch die meisten Edelsteine des ganzen Munizips von Theophilo Ottoni liefert. Hier waren die Forscher in einer der bis heute dichtesten Waldgegenden von Minas, aus der es nur längs der Flüsse Wege gibt. Auf dem Wege von Urupuca nach Westen legten sie am Einflusse des rio Turvo in den Sassuhy den Ort São José dos Paulistas, der heute noch die Tatsache ihrer Anwesenheit festhält.

Die Ausreise war mehrmals länger durch Anlage von Pflanzungen und Rodungen unterbrochen, die Rückreise war indessen wegen der Fieber beschleunigt, dem auch der Leiter der Expedition i. J. 1681 am Rio das Velhas zum Opfer fiel.

Die Ausbeute der Truppe bestand in 128 oitavas Smaragden, die von S. Paulo nach Lissabon gesandt wurden, wo sie große Genugtuung verursachten, wenn man sie auch nicht besonders fein fand. D. PEDRO II. befahl Ausrüstung einer neuen Truppe und Gewinnung der Steine aus tieferen Gruben, um bessere Qualitäten zu bekommen. Zum Leiter des neuen Unternehmens wurde GARCIA RODRIGUES PAES ernannt, der 1697 nach einer oder zwei neuen Reisen 2 Kisten Smaragde nach Lissabon schicke konnnte, die dortselbst von indischen Bergleuten als „nicht echte“ Smaragden erklärt wurden [3]). Durch königliches Handschreiben vom 19. November 1697 wurde G. R. PAES zur Belohnung seiner Dienste zu einem Posten in der Verwaltung der Gruben befördert [4]).

Ob das oben wiedergegebene Urteil über die Edelsteine ein endgültiges war oder ob man die Steine als eine besondere Abart bezeichnen

1) Tucambira nach Vasconcellos Memorias sobre a Capitania de Minae Geraes, Rev. do Arch. Publ. Min., Vol. VI, S. 735.

2) Itamerendiba bei Southey,
Itamiryndiba bei Azevedo Marques Apontamentos historicos da Provincia de S. Paulo; Rio, 1879, 149.
Itamerindiba bei Taques, Nobil. Paul. XXXV, 1. Teil, 113.

3) Publicacões do Archivo Publico do Imperio, I, 1886, S. 101.

4) Publ. do Archivo Publico do Imperio I, 1886, S. 98.



wollte, ist nicht ersichtlich; jedenfalls kehrt der Ausdruck esmeralda in allen jene Erforschungen betreffenden Dokumenten wieder. Aus verschiedenen Quellen [1]) kennen wir eine Reihe von Reisen, welche zwischen 1704 und 1749 nach den Gebirgen auf der Wasserscheide zwischen Jequintinhonha, Doce und Mucury unternommen worden sind und fast allenthalben Steine erschürften.

1772 waren bei Saramenha, Nachbarschaft von Ouro Preto einige Betriebe auf Berylle, Chrysolithe, Topase in Gang [2]).

1778 wurden am Cuiété Edelsteinlager entdeckt.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts ruhte die Edelsteingewinnung fast gänzlich. Als ESCHWEGE schrieb, waren höchstens 50 Personen bei geringfügigen Gräbereien von Chrysoberyllen und Topasen beschäftigt.

Einige Daten besitzen wir über Preise und Ausfuhr von Steinen aus Minas [3]). Von Juli 1818 bis Juni 1819 wurden 18½ arrobas Edelsteine [4]) ausgeführt.

Für 1822 zitiert ESCHWEGE [5]) folgende Preise je Karat, wobei er bemerkt, daß die Preise mit dem Quadrate der Gewichte zunehmen.

Gelbe Topase	50 rs. —	2500 rs.	Berylle	400 rs. —	1000 rs.
blaue „	50 „ —	200 „	Amethyste	40 „ —	1000 „
weiße „	5 „ —	20 „	gelbeAmethyste	10 „ —	50 „
Chrysoberylle	200 „ —	1000 „	Turmaline	100 „ —	300 „

Im einzelnen sind die heutigen Verhältnisse die folgenden:

1882, als Dr. COSTA SENA die Edelsteinbezirke bereiste [6]), waren von den als hauptsächlich Turmalin führenden Flüssen Gravatá, Setubal, Sta. Maria, Lufar, Calháo; Piauhay, Urubú, Itinga, Boqueirão und Porteiras nur die beiden letzten mit einigen Arbeiten belegt. Heute sind die Arbeiten auf zwei Hauptpunkte beschränkt; im Munizip Theophilo Ottoni ist eine sehr reiche Wäsche am Itambacury in Betrieb, im Munizip Arassuahy wird bei Larangeiras, Distrikt Itinga, gewaschen. Beide Lager geben nur flaschengrüne Turmaline. Es arbeiten daselbst rund 800 Arbeiter. Bei

1) Publicacões do Arch. Publ. do Imperio I. 174, 181, 240.
Revista do Archivo Publ. Mineiro I, 758/60; II 780, 82/83.
Teixeira Coelho, Instrucções para o Goveruo da Capitania de Minas Geraes; Rev. do Arch. Publ. Mineiro, Vol. VIII, 554—56.
Diogo P. R. de Vasconcellos, „Memoria", S. 786.

2) Rev. do Arch. Publ. Min., V, 1900, S. 160—162.

3) v. ESCHWEGE, Noticas reflexões estadisticas, Rev. do Arch. Publ. Mineiro, IV, S. 749.

4) à 14,69 kg

5) S. Pluto Brasiliensis, S. 390.

6) Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, Vol. II, 1883.



S. Miguel, Mun. Arassuahy hat man neuerdings — 1903 — auch die beiden als Indicolith und Rubellit bezeichneten Farbenvarietäten des Turmalin gefunden.

Die Hauptzone der Aquamarine und gemeinen Berylle ist die Gegend zwischen dem Itamarandiba- und Pianhyflusse. 1904 wurde hier ein Aquamarin von 7 kg gefunden, dessen Verkauf in Calháo 8000 Milreis einbrachte.

Granaten, aus den Varietäten des Almadin und Pyrop, haben heute jede Beachtung verloren.

Topase sind aus zwei Distrikten, dem von Ouro Preto und dem des Arassuahy und Jequitinhonha, bekannt. Ersteres Vorkommen wurde beschrieben von MAWE [1]), SPIX und MARTIUS [2]), ESCHWEGE [3]), GORCEIX [4]) und DERBY [5]). Zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch in größerem Betriebe, sind die Lagerstätten jetzt wegen der größeren Tiefe verlassen.

Achate, Quarze und Amethyste [6] werden in großen Mengen aus Brasilien ausgeführt. Die Achate wurden 1827 durch nach Rio Grande do Sul ausgewanderte Obersteiner in dem ca. 100 Meilen langen von Porto Alegre bis nach Uruguay sich hinziehenden Küstengebirge gefunden und sofort zum Gegenstand einer Ausfuhr gemacht. Das Maximum der Ausfuhr zeigte das Jahr 1873 mit 3850 Ctr., 1908 wurden etwa 1100 Ztr. ausgeführt, deren Durchschnittpreis 115 rs. je kg betrug. $^4/_5$ der Ausfuhr gehen nach Oberstein, ber Rest nach Belgien und Argentinien.

Bergkristalle werden seit etwa 20 Jahren in der Serra dos crystaes im Staate Goyaz gewonnen und von Araguary nach Santos gebracht. 1908 wurden 32090 kg exportiert zum mittleren Einheitspreise von 1 mrs. 860 rs. $^1/_{10}$ davon geht nach England, das Übrige zu fast gleichen Teilen nach England und Frankreich.

Die Amethyste des Jequitinhonhagebietes sind seit der Zeit der ersten bandeiras bekannt; über ihre Bewertung stehen Verfasser keine Zahlen zur Verfügung. 1908 wurden ca. 9000 kg nach Europa gebracht.

---

1) Travels in the interior of Brazil, London 1811.

2) Reise in Brasilien, München, 1813—31.

3) Pluto Brasiliensis.

4) As jazidas de topazios, Annaes da Escola de Minas, I; Rio 1881.

5) Notes on certain schists of gold and diamond regions of the Eastern Minas Geraes, American Journal of Science, X, Sept. 1900; und

On the mode of occurence of topaz near Ouro Preto, Brazil, Am. J. of Science, XI, Januar 1901.

6) Die die Ausfuhr betr. Daten sind den Zollnachweisen von Rio de Janeiro entnommen.



II. Der Goldbergbau.

Die erste Nachricht, welche uns von Vorkommen von Gold überliefert ist, entstammt dem Berichte eines Teilnehmers an einer 1531 zur Erforschung des Innern der Küste von Rio de Janeiro ausgesandten bandeira[1]), welche anscheinend in das Gebiet des Rio Grande und des Rio das Mortes gekommen ist[2]). Den Notizen von Goldfunden ist ungeachtet der Tatsache, daß die in der Gegend angetroffenen Quarze hie und da Gold enthalten, indessen wenig Glauben zu schenken[3]), weil sie lediglich auf Eingeborenenaussagen gestützt sind, deren Sprache die Begriffe „Stein, Metall, hart, glänzend" verwechselt.

Nach der Verleihung der Statthalterschaften werden die Nachrichten über Goldvorkommen häufiger. In den Verleihungsurkunden wird fast immer auch des angeblich vorhandenen Edelmetalls, aus dem Tröge und Krippen hergestellt werden sollten, hingewiesen, z. B. in der für Bahia — datiert Evora vom 26. August 1534 —[4]): „Da feststeht, daß in der bezeichneten capitania Gebirge, Küsten, Flüsse und Buchten vorhanden sind, so soll mir von allen Steinbrüchen, Perlenfischereien, Gruben auf Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei oder anderes Metall, sowie von den Korallen der fünfte Teil des Ertrages abgegeben werden".

Es entstand ein wahres Goldfieber, wie aus einem von DUARTE COELHO an D. JOHANN III gerichteten Briefe[5]) erhellt, worin es heißt: „. . . . Alle Tage treffen neue hitzigere Nachrichten ein," und worin bedauert wird, daß es wegen der Feindseligkeiten der Eingeborenen nicht möglich sei, zu einer Expedition zu schreiten.

1550 wurde von dem Gouverneur von Bahia eine Expedition unter Leitung eines Spaniers, FRANCISCO BRUZA DE SPINOSA, ausgerüstet, deren Ergebnis indessen gleich Null war.

Unterdessen hatten die Kolonisten der capitania S. VINCENTE die Ebene von Santos und die Bäche der Serra do Cubatão durchforscht; am 12. Juli 1552 wurde vom Bischof SARDINHA aus Bahia ein Schreiben an D. JOHANN III, gesandt, in dem von großen Goldfunden berichtet wird[6]).

---

1) Diario de Pero Lopes de Sousa, Revista do Instituto Historico e Geographico, XXI, Ausgabe von 1867.

2) Dr. O. DERBY, Os primeiros descobrimentos do ouro em Minas Geraes; Rev. do Inst Hist. de S. Paulo; V, 1899/1900.

3) Übrigens hat schon 1503 Amerigo Vespucci von Goldvorkommen iu Brasilien berichtet, ohne seine Angaben beweisen zu können. Rev. do Inst. Hist. e Geogr., XLI, I, 1878, S. 26.

4) Revista do Instituto Hist. e Geogr., Rio; 1855, S. 165.

5) Brf. vom 27. 4. 1542; v. MELLO MORAES „Brasil historico", 2. Serie I, Seite 170. 6) Rev. do Inst. Hist. e Geogr. XLIX, Teil I, S. 583.

Die Funde zu untersuchen, wurden 1559 BRAZ CUBAS und LUIZ MARTINS ernannt. Ersterer trat 1560 die Reise an, kehrte aber nach einem Marsche von 300 Meilen zu Beginn der Regenzeit 1561 zurück [1]), sandte Muster von Golderzen an Johann III. und schickte seinen Begleiter L. MARTINS dann zum zweiten Male aus [2]). Diesem gelang es, ca 30 Meilen von Santos entfernt die Vorkommen von Catahiba zu entdecken [3]). Diese Lagerstätten sind allem Anscheine nach von den Kolonisten von Santos bearbeitet worden und mögen wohl zum größten Teil das Edelmetall gegeben haben, welches TH. CAVENDISH 1591 in Santos erbeutete [4]).

1561 machte VASCO RODRIGUES DE CALDAS von Bahia aus mit 100 Mann eine Expedition nach dem S. Francisco [5]), wurde indessen von den Tupinaens aufgerieben, ehe er Goldgruben gefunden hatte.

1567 oder 1568 wurde von MARTIN CARVALHO eine neue Reise unternommen, und auf dieser das erste Gold von Minas Geraes bei den heutigen Orten Minas Novas und Theophilo Ottoni gefunden. [6])

Die Funde vermochten indes fürs erste keine Aufmerksamkeit zu erregen, weniger, weil die beweisenden Fundbelege verloren gegangen waren, als hauptsächlich wegen des ausschließlich auf Edelsteine gerichteten Suchens.

Die von BRAZ CUBAS und LUIZ MARTINS entdeckten Lagerstätten waren nicht einmal abgesteckt worden; auch hatte man von ihnen nicht den Fünften eingehoben. Selbst in betreff des Ortes der ersten Funde herrschen Zweifel; in Betracht kommen für die erste Reise der Distrikt von Apiahy und für die zweite die Gegend von Bacaitaba (Bacaetava) westlich von Sorocaba. [7])

Als THOMAS CAVENDISH 1591 Santos überfiel, erlangte er nicht nur große Menge in der Stadt verwahrten Goldes, sondern die Eingeborene-

---

1) Brf. v. 25. 4. 1562; Rev. do Arch. Publ. Min., VII, 593: „por respeito das agoas que vinhão me torney".

2) „torney logus a mandar ho mineiro L. M. ao Sertão". l. c.

3) O. Jos. Santos Pires, „Riquezas Mineraes", Rev. d. Arch. Publ. Min., VIII, 1903.

Auf diese Reise bezieht sich ein Dokument des Notars Jacome de Motta in Santos, veröffentlicht von Dr. FRANCISCO LOBO im „Munitor Sue Mineiro" 1 Januar 1901.

4) ANT. KNIVET, Rev. do Inst. Hist. e Geogr. XLI, 1878, Teil I, S. 192.

5) Rev. do Arch. Publ. Mineiro, Vol. VI, S. 1163.

6) Tratado da Terra do Brasil von Pero de Magalhães Gandavo, publ. v. d. kgl. Akademie der Wissenschaften Lissabon IV, 1. 1826; S. 214 u. ff.

7) AZEVEDO MARQUES, Apontamentos historicos . . . da provincia de S. Paulo, Rio de Janeiro 1879, II, S. 225.



brachten ihm auch Metall aus den Lagern am „Mutinga“, [1] wo damals Betrieb umgegangen sein muß.

Am Ende des 16. Jahrhunderts waren nach FREI VINCENTE [2]) die folgenden Wäschen bekannt: die Abflüsse des Jaguamimbaba (Mantiqueira), die von Jaraguá, Voturuna bei Parnahyba, bei Guarulhos, Lagoas Velhas do S. Geraldo, Santa Fé, Biraçoiaba.

Welche Erträge die Waschbetriebe geben konnten, geht aus den erst nach den Überfällen von Cavendish bekannt gewordenen Daten über zwei Paulistaner, AFFONSO SARDINHA, Vater und Sohn, hervor [3]). FREI VINCENTE gibt am ang. Orte das Testament des Jüngern von 1604 wieder, worin dieser sein Vermögen in Goldstaub auf 8000 cruzados angibt [4]).

Der Ruf solcher Reichtümer mußte endlich auch die Regierung auf Sicherung der ihr zustehenden Einnahmerechte bedacht werden lassen; in der Tat erhielt der Gouverneur D. FRANCISCO DE SONSA 1598 die Anweisung, nach dem Süden zu gehen und die planmäßige Inangriffnahme der bekannt gewordenen Lagerstätten zu betreiben [5]). 1599 und 1601 unternahm SONSA nach dem von Sardinha erschlossenen Gebiete von Sorocaba Reisen, bei denen auch deutsche Bergleute, BELINK und WALTER, mitwirkten. Kurz war indessen seine Tätigkeit bei Sorocaba, denn schon 1601 finden wir SONSA mit der Ausrüstung einer bandeira nach dem Norden der capitania zwecks Silbersuche beschäftigt. Diese Reise war die erste Reise nach N. von S. PAULO aus nach dem Gebiete des heutigen Staates Minas Geraes ausgehende; von ihr haben wir eine Beschreibung seitens eines sonst unbekannten Holländers, WILH. GLIMMER [6]). Ihr Ziel war die sagenhafte Serra resplandescente, die man in der Nähe des S. Francisco glaubte und die in den Reiseberichten als Sabaraboçú bezeichnet wird [7]).

1) Amaitinga bei Franc. Lobo, Descobrimento e devassamento do territorio de Minas Geraes, Rev. do Arch. Publ. Mineiro, VII, 581; Tutinga oder Itutinga bei Derby, l. c., S. 258.

2) Historica do Brasil; Annaes da Bibl. Nat., Vol. XIII, fasc. 1, S. 163.

3) Pedro Taques, Hist. da Capitania de S. Vincente; Rev. do Inst. Hist. e Geogr. IX.

4) 1 cruzado = 0,986 g Feingold = 2,75 M., Summe 220000 M. Rechnet man mit dem damaligen Werte einer oitava = $3^1/_2$ Gold = 600 rs., so bekommt man: 1 cruzado (= 480 rs.) = 0,8 oitavas, mithin 80000 cruzados = annähernd 620000 M.

5) Informações sobre as minas de S. Paulo, Revista do Inst. Hist. e Geogr. LXIV, Teil I, Historia do Brasil l. c., biographische Notizen der Nobiliarchia Paulista.

6) Historia Naturalis Brasiliae . . . von PISO und MARCGRAFF Lugd. Batav ap. Franc. Hackim et Amstelom. 1648. S. auch Inaugural-Dissert. von Capistrano de Abreu 1883, bibl. Nat.

7) Verdorben aus Taberaboçú Itaberabauçú; itá = Stein, berá = glänzend buçú = sehr groß.



Als dieses Gebirge itendifizierte die Expedition die Serra de Pitanguy, ihre Ergebnisse sind indessen belangslos. Die Ursache für das Fehlschlagen suchte man indessen nicht in der Ungeeignetheit des Expeditionsleiters, sondern in der Abweichung von den hergebrachten Routen nach Osten, für die man den Gouverneur verantwortlich machte. Natürliche Folge war, daß man der Richtung nach Minas Geraes hin, wo die Serra do Itatiaia und da Mantiqueira, sowie das Hochplateau von Caldas den Weg zu versperren schienen, fern blieb und sich mehr den nach W. leitenden Flußwegen des Gebietes des Paraná zuwandte, zumal sich hier der eigentliche Hauptzweck der bandeirantes, schnell ihre Ausgaben zurückerstattet zu sehen, durch den Sklavenfang ungleich rascher erfüllen ließ.

Bis 1610, dem Todesjahre des Gouverneurs und Oberverwalters der Gruben, D. FRANCISCO DE SONSA waren keine weiteren als die im vorhergegangenen Jahrhundert bekannt gewordenen Vorkommen in Betrieb genommen worden.

1637 wurden bei Cananéa, S. v. S. PAULO um 1650 bei Iguape und Xiririca, Goldwäschen in Angriff genommen [1]).

1678 wurden die Goldvorkommen von N. S. da Graça do Itahibé, Conceição, Peruna entdeckt [2]); die Arbeiten auf allen bekannten Lagerstätten waren indessen sehr gering, denn 1681 wurde eine Abgabe von nur 6038 oitavas, 1690 eine solche von nur 1279 oitavas [3]) eingebracht.

Der großen Route nach N. war es vorbehalten, die Paulistaner zu den bedeutenden Reichtümern zu führen, welche die Portugiesen bereichern sollten. Diese Route, von alten Eingeborenenpfaden vorgezeichnet, heute in ihrem größten Teile von Eisenbahnlinien wiederholt, ührte von Santos über Mogy das Cruzes, Jacarehy, Taubaté, Pindamonhangaba, Guaratinguetá, Lorena, Passa Quatro, Pinheiros, Pouso Alto, Boa Vista in das Gebiet des rio Grande und des rio das Mortes bis an eine als Itatiaya bezeichnete Gebirgskette, die nicht das heutige Itatiayamassiv ist, sondern mit aller Wahrscheinlichkeit als die heutige Serra da Moeda zwischen rio das Velhas und Paraopeba identifiziert werden muß. Die Reise nahm von Santos 60—65 Tage in Anspruch [4]).

---

1) S. Dr. PAULO OLIVEIRA, O ouro em S. Paulo; Druckerei der Münze, Rio; 1892, S. 8.

2) PEDRO TAQUES, Informação, l. c., 52.

3) S. PEDRO TAQUES, Hist. da Capitania de S. Vicente, Rev. do Inst. Hist. e Geogr. IX, 2. Ausgabe, S. 327; ferner Taques, Informações, l. c. 59.

4) S. André João Antonil, S. J., Cultura e Opulencia do Brasil por suas drogas e minas. Die erste Ausgabe von 1171 wurde von der portugiesischen Regierung wegen Preisgabe von Geheimnissen ans Ausland konfisziert; sie ist äußerst selten.



Im Jahre 1674 bereiteten sich fast gleichzeitig zwei Expeditionen nach dem Innern vor. Die erste, unter Leitung von FERNAM DIAS PAES stehend, hat als endliches Ziel die Erforschung von Edelsteinlagerstätten gehabt, ist aber ungeachtet dessen aufs engste mit dem Zyklus des Goldes verknüpft, weil einer der Teilnehmer, BORBA GATO, den Rio das Velhas erforschte und ein anderer, GARCIA RODRIGUES PAES, einen weit kürzeren Weg aus dem Innern nach der Küste von Rio de Janeiro öffnete. Von den Schicksalen der zweiten Expedition ist nichts bekannt geworden. Bezüglich der ersten Reise hat SOUTHEY [1]) aus einem von dem Enkel des Leiters, PEDRO DIAS PAES LEME, im Jahre 1757 verfaßten Schriftstück als Hauptstationen der ersten Reise Vituruna — heute Ibituruna —, Paraopea und Sumidouro do Rio das Velhas — heute Lagóa Santa — festgelegt [2]). An dem letzteren Orte blieb die Expedition mehrere Jahre, mit Pflanzung beschäftigt, liegen, bis ein von dem Prinzregenten PEDRO entsandter Kastilier, D. RODRIGO DE CASTEL-BLANCO, der vorher die „Silber"gruben von Sergipe und Paranagua besucht und geprüft hatte, zu ihr gestoßen war. Nationalhaß und die Abfälligkeit, mit der der kgl. Abgesandte die angeblichen Silberfunde beurteilte, verursachten indes seine Beseitigung, ehe noch etwas für die Verbreitung der Kenntnis von Minen geschehen konnte. BORBA GATO, dem die Geschichtschreibung die mittel- oder unmittelbare Schuld an der Beseitigung CASTEL-BLANCOS zuteilt, verlor sich bald darauf vom Rio das Velhas, ohne das Edelmetall dort gefunden zu haben.

Von den jetzt immer rascher einander sich folgenden Expeditionen brachte eine von dem Geistlichen, JOÃO DE FARIA unternommene, Goldproben aus dem Gebiete zwischen Serra da Mantiqueira und Rio Grande mit, ohne indessen die Aufmerksamkeit des Generalgouverneurs, D. JOÃO DE LANCASTER, erregen zu können. [3])

Um 1693 unternahm ANTONIO FERNANDES ARZBO von Taubaté aus eine Expedition, welche bis an den rio Casca führte, in das Gebiet der

---

Auch die 1837 veranstaltete II. Ausgabe ist selten. 1900 veranlaßte die Zeitschrift des Archivo Mineiro eine 3. Ausgabe. Eine weitere ist in Macáo erschienen. — Die Würdigung der Bedeutung des Jesuiten für die Geschichte Brasiliens verdankt man CAPISTRANO DE ABREU.

1) History of Brasil, l. c. 221.

2) Vgl. hierzu: Derbo, Os primeiros descobrimentos de ouro em Minas, Rev. do Inst. Hist. e Geogr. S. Paulo, V, 263 und:

Derby, Os primeiros descobrimentos de ouro nos districtos de Sabará e Caethé, a. a. O., S. 280.

3) Ein „Roteiro das Minas de ouro que descobrin o rev. mo vigario JOÃO de Faria e seus parantes e do mais que tem em si os campos" ist in der Nat.-Bibl. in Rio de Janeiro in 2 Ausfertigungen.

heutigen Munizipien Ponte Nova und Manhuassú, woselbst Gold bei Caethé[1]) gefunden worden sein soll. Es mag sich hier wohl um Cuieté am Rio Doce handeln, wohin auch spätere Expeditionen ihr Ziel richteten. ARZÃO brachte 3 oitavas Gold nach Victoria, reiste dann zur See nach Rio und begab sich von dort nach Taubaté, wo er, von Fieberkrankheiten zerrüttet, starb.

1694 organisierten sich neue Züge um nach dem rio Doce zu reisen; der erste derselben blieb indessen an der Serra do Morro do Chapeo, östlich des heutigen Queluz (Minas) sitzen, um dort Gold zu waschen. 1699 wurden die Wäschen in der Zone zwischen der Serra do Itacolumi und der heutigen Stadt Piranga, bei Pinheiro, S. Antonio de Pirapitinga (heute Bacalháo) und an verschiedenen Punkten des Pirapitingabaches aufgenommen[2]).

In demselben Jahre wurden die ersten Goldfunde im Gebiete des heutigen Ouro Preto gemacht, bei Tripuhy. Die dortselbst gezogenen Muster, die wegen ihrer Stahlfarbe nicht sofort erkenntlich, wegen ihres hohen Gewichtes aber auffällig waren, wurden erst vom Gouverneur von S. PAULO, ARTHUR DE SÁ, als Gold von höchstem Feingehalte erkannt. Diese Entdeckung rief eine große Zahl von Goldwäschern in den neuen Bezirk, sodaß, wie einst nach dem ersten Aufkommen der böhmischen Bergwerke, Hungersnot eintrat, weil niemand sich dem Landbau widmen wollte. Die dringendste Notwendigkeit war infolgedessen die Anlage verschiedener Verkehrswege nach großen Märkten. Dem oben bereits erwähnten GARCIA RODRIGUES gebührt das Verdienst, mit der Erbauung von Straßen nach der Küste den Anfang gemacht zu haben. Schon im Jahre 1700 war ein schmaler Durchhieb durch die Waldungen hergestellt, welcher bis an den Parahibalauf führte, doch genügte dieser in keiner Weise zur Anschaffung der Ochsentransporte und der Lebensmittel. Ermuntert durch Briefe des Königs, der zur Heranziehung der Eingeborenen zum Straßeanbau riet, wurde der Weg, welcher Rio de Janeiro ungehindert mit dem Innern von Minas Geraes verband, gegen Ende des Jahres 1710 fertiggestellt, und schon 1711 begab sich auf dieser Straße ANTONIO DE ALBUQUERQUE COELHO nach Rio, um der von DUGUAY TROUIN bedrohten Stadt beizustehen.

Der Straßenzug ist von Rio de Janeiro ausgehend, bezeichnet durch die Orte Irajá, Mirity, Iguassú, Tinguá, Petropolis, Paty do Alféres, Ubá, Avellar bis zum Parahybaflusse, Von hier wandte sie sich nach

1) AZEVEDO MARQUES Chronologia. l. c.

2) S. BENTO FERNANDES FURTADO DE MENDONÇA, Primeiros descobridores das minas de ouro na Capitania de Minas Geraes; Rev. do Arch Publ. Mineiro Vol. IV.



dem Parahybunaflusse, der wie der erstere ebenfalls auf Kähnen überschritten wurde, um dann in der Richtung auf den heutigen Ort Mathias Barbosa bei Juiz de Fora weiterzuziehen nach Barbacena. Kurz nachher gabelte sich die Straße; wer nach dem rio das Mortes reisen wollte, wandte sich nach W. über die heutigen Ortschaften Alberto Dias, Resacca nach São João d'el Rey. Wer dagegen nach den „Minas Geraes dos Cataguazes" reisen mußte, zog von Ressaca nach N. bis zum heutigen Städtchen Congonhas do Campo, von hier dann nach Osten in den damals noch waldigen Distrikt von Ouro Preto. Übrigens wird heute vom Tale des Parahybuna aus die damals angelegte Straße mit nur ganz geringen Abweichungen von der Brasilianischen Zentralbahn benutzt.

Solchergestalt waren die Hauptaufgaben für die Entwicklung des Lebens in dem Golddistrikte gelöst: Von S. Paulo kamen auf der schon oben beschriebenen estrada real do Sertão die Leiter und Arbeiter der Unternehmungen, die neue Straße nach Rio de Janeiro brachte die damals bei den Gruben noch nicht angebauten Lebensmittel, sowie namentlich später Sklaven herein, die Verbindung nach Bahia und Pernambuco endlich, zwar behindert durch die Franzosen, sicherte in einem lebhaftest entwickelten Schleichhandel den Antrieb von Vieh und auch von Arbeitern aus den sertoes des S. Francisco. Die Entwicklung des Edelmetalldistriktes konnte demnach nur noch abhängig sein von den für die Gewinnungsarbeiten ausgewählten Methoden und von der Art und Weise, wie die portugiesischen Staatsmänner die Beaufsichtigung der Arbeiter und die Sicherstellung der Erlegung der dem Staatsschatze zustehenden Abgaben zu organisieren trachten würden. Über diese Einflüsse später.

Während jene Straße gebaut wurde, war der Gouverneur ARTHUR DE SA mit MANOEL DA BORBA GATO in Verbindung getreten, ihm Straflosigkeit für den an CASTEL-BLANCO begangenen Mord zusichernd gegen die Offenbarung von Goldvorkommen im rio das Velhas. 1699 zog die Expedition unter den beiden Genannten zur Reise aus; sie entdeckten Gold in dem von links von der Serra do Curral in den rio das Velhas fliesenden rio dos Macacos, von dem ein Zulauf heute noch den Namen Borba Gato bewahrt. Weiter am rio das Velhas abwärts zwischen Sta. Rita uud Roça Grande, bzw. der heutigen Stadt Sabará, offenbarte BORBA GATO sehr reiche Goldvorkommen, sodaß ARTHUR DE SÁ in wenig Zeit 30 arrobas Edelmetall waschen ließ [1]).

1) ANTONIL — s. o. — spricht von der serra de Sabarabuçú; ein Brief von ANTONIO ALBUQUERQUE COELHO vom 18. Januar 1711 spricht von dem Bache des Sabará-buçú-flusses, dem Morro Grande gegenüber; diese Angabe würde das Gebiet gegenüber Sabará an dem gleichnamigen in den rio das Velhas fließenden Bache zwischen der Eisenbahnstation und der großen Sabarábrücke sein. Das von uns



Vom rio das Velhas begab sich der Gouverneur nach dem Distrikte von Ouro Preto. Hier waren um 1700 die Alluvionen des rio Bueno, rio das Pedras, morro do Paschoal im Bento Rodrigues-Bache, bei Camargos, Sta. Rita Durão[1]) entdeckt und in schwunghaften Betrieb genommen worden

In den Jahren 1701 bis 1706 folgten die Entdeckungen von Goldvorkommen bei Cattas Atlas do Matto Dentro an der Ostseite der Serra do Caraça, nördlich von Ouro Preto, sowie von Bom Successo und Marianna.

Am rio das Mortes wurden die Lagerstätten bei S. João d'El-Rey (1703) und S. José (1704) entdeckt, 1706 folgte die Aufnahme von Wäschen bei Ayurnoca[2]).

* * *

Äußerst spärlich fließen die Quellen hinsichtlich der Entdeckungen von Goldvorkommen im Staate

Bahia

und selbst das wenig Bekannte ist nur ein Ausschnitt aus dem Bereiche des Wirkens der Paulistaner. Als um das Ende des 17. Jahrhunderts der rush der Goldsucher nach dem rio das Velhas begann nahmen die Bahianer einzelne Arbeiten an früher bereits einmal als goldführend bekannt gewordenen Punkten auf. 1701 wurden bei Jacobina am obersten Itapikurúflusse Arbeiten unter Leitung eines Karmeliters aus S. Paulo aufgenommen[3]).

1718 oder 1719 erschien eine große Expedition unter SEBASTIÃO PINHEIRO RAPOSO am oberen Rio das Contas und begann mit 80 Wäschern

---

angezogene Dokument findet sich in der Revista do Archivo Publico Mineiro Band II, S. 261.

1) Damals hieß der Ort Inficionado: „Verpestet", wohl von dem rohen Wesen der Goldgräber.

2) Wem diese Entdeckungen im einzelnen zuzuschreiben sind, ist heute noch nicht sicher festzulegen. Alle Autoren einwandfreier Abhandlungen, DERBY, ANT. OLINTHO, DIOGO DE VASCONCELLOS oder weiter zurückliegende, wie CLAUDIO MANOEL DA COSTA, J. JOAQUIM DA ROCHA — s. Rev. d. Arch. Publ. Min., II 425 — 519 — TEIXEIRA COELHO — s. Rev. do Arch. Publ. Min, VIII, 403 — 585 — sind darüber einig, daß eine sichere Zuweisung der einzelnen Funde an Bestimmte erst nach Veröffentlichung der noch vorhandenen Bergregister und Denkschriften versucht werden kann. Auf diese Dokumente, die, zumeist in den Archiven von Rio geborgen, für die Geschichte der Ausbreitung der Bevölkerung in Minas äußerst lehrreich sein würden, soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden.

3) S. ACCIOLI, Memorias da Bahia, Bahia 1843, 5. Bd. 19.

Dr. FRANC. VICENTE VIANNA, Memoria sobre o Estado da Bahia, Bahia 1893.



einen durch alle Vorsichtsmaßregeln gegen die Störung durch die bahianische Regierung gesicherten Betrieb bei einer Matto Grosso benannten Örtlichkeit [1]).

Die Funde waren so reich, daß PINHEIRO RAPOSO, selbst Weiber und Kinder anstellend, 130 Waschpfannen in Arbeit nahm und an einzelnen Tagen 9 arrobas Gold gewonnen haben soll. 1720 nahm der Leiter seinen Weg nach dem Norden, wurde aber auf dem Gebiete von Piauhy ermordet und seines Goldes beraubt.

Die Kenntnisnahme von dem außergewöhnlichen Reichtum jener Lager veranlaßte 1726 die bahianische Regierung, 2 Münzstätten anzulegen, eine in Jacobina, die andere am rio das Contas. Den höchsten Ertrag gaben diese i. J. 1748, wo in Jacobina 3831 ½ oitavas, am 2. Münzorte 24793 ½ oitavas als Fünfter eingingen.

* * *

Hinsichtlich der Entdeckung der Goldvorkommen von
Matto Grosso

beginnen die Nachrichten um 1720. Den Tieté herunterfahrend, gelangten die bandeirantes an den rio Grande, nahmen dann den Weg den rio Verde oder rio Bardo hinauf, überschritten die Wasserscheide zwischen diesen und Taquary, Coxim oder Miranda, um zum Paraguay hinunterzusteigen, der seinerseits sie nach der Gegend des heutigen Cuyabá bringen konnte.

D'ALINCOURT [2]), sowle A. OLYNTHO DOS SANTOS PIRES [3]) bringen Spuren einer alten Tradition bei, nach der als erster Erforscher der Zone von Cuyabá um 1718 ein bandeira-Führer ANTONIO PIRES DE CAMPOS angegeben wird.

1718 reiste eine Expedition vom Tieté ab, gelangte in den S. Lourenço und nachher in den Coxipó-mirim, wo sie die ersten Goldfunde machten. Das Dokument (vom 8. 4. 1719), durch welches 22 Personen der bandeira eine Gesellschaft gründen, ist bekannt und spielt auf mehrere Funde von Edelmetall an [4]).

1721 wurden von einem Portugiesen am linken Ufer des Cuyabáflusses umfangreiche Goldfunde gemacht, die von Indianern angezeigt worden waren [5]); diese Funde gaben den Anlaß zur raschen Vergrößerung

1) S. TAQUES. Nobiliarchia Paulista l. c. XXXIII, Tl. 1, S. 159. Memoria sobre o Est. da Bahia, l. c. 66—69 enthält das Relatorio des MIGUEL PFREIRA DA COSTA an den Gouverneur Graf VON SABUGOSA über die Eindringlinge.

2) LUIZ D'ALINCOURT, Resultado dos Arabalhos e indagações statisticas da rovincia de Matto Grosso; Cuyabá 1818, Annaes da Bibl. Nat.. VIII, 1880/1881. S. 89. 3) l. c. 937.

4) JOSE JACINTHO RIBEIRO, Chronologia Paulista, S. Paulo 1899, Vol. I, S. 415

5) D'ALINCOURT, l. c., S. 91.



des Dorfes Cuyabá infolge großen Zuflusses fremder Wäscher. 1723 wurden bereits 9421 1/2 oitavas als Fünfter abgeliefert,[1]) 1724 ergab die Kopfsteuer 3805 oitavas, 1725: 8953, 1726: 16727 oitavas.[2]) Der Ertrag nahm aber sehr rasch ab, denn schon 1732 „gaben die Gruben nicht mehr den Schatten der ehemaligen Reichtümer“, wie D'ALINCOURT sagt. 1734 begann die Expansion nach dem Westen von neuem; zuerst wurden die Alluvionen in dei Serra de Matto-Grosso, bei S. Francisco Xavier, Sant' Anna und anderen Pnnkten entdeckt; 1737 wurde im Guaporé, 1738 im Guarambiará Gold gefunden;[3]) 1740 entfachte der Arinós große Hoffnungen auf Reichtümer, die aber spätere Untersuchungen nicht bestätigen konnten. [1742 wurde zum ersten Male von Matto-Grosso nach Belem-Pará eine Verbindung auf Guaporé, Mamoré, Madeira und Amazonas versucht.] Seit jenen Tagen ist bis auf die weiter unten zu behandelnde Neueste Zeit fast nichts mehr zur Inangriffnahme der Bodenschätze jenes ungeheuren Gebietes geschehen.

Den Entdeckungen in Matto Grosso gliedern sich direkt die von

Goyaz

an. Die ersten Nachrichten von Goldvorkommen wurden von dem bandeira-Führer BARTHOLOMEN BUENO DA SILVA 1682 übermittelt[4]). 1722 unternahm der Sohn des Genannten eine Expedition,[5]) die zuerst bis an die Grenze von Matto Grosso führte und wobei sie in mehr als dreijähriger Reise die Läufe des rio Bonito, rio Verde, rio Claro, sowie fast alle Zuflüsse des Tocantins untersuchte. Endpunkt der sehr beschwerlichen Reise war der Parananfluß, l. Zufluß des Tocantins[6]). 1725 nach S. Paulo zurückgekehrt, wurde der Expeditionsleiter zum Berghauptmann (capitão-môr geral das minas) befördert und mit weiten Landstrecken belehnt, die als goldführend bekannt geworden waren. 1726 unternahm BUENO die zweite Reise auf welcher Ferreiro, nahe Goyaz, sowie Villa-Boa und Barra

1) Nobiliarchia von TAQUES. XXXIII, Tl. 1, S. 91.

2) PH. JOSE NOGUEIRA COELHO, Memorias chronologicas da capitania de Matto Grosso; Rev. do Inst. Hist. e Geogr., XIII, 1850.

3) Dr JOÃO SEVERIANO DA FONSECA, Viagem ao redor do Brasil, Rio 1881 1. Bd., S. 50.

4) S. Annaes da provincia de Goás, Rev. do Inst. Hist. e Geogr., Bde. XXVII und XXVIII.

5) S. TAQUES. Nobiliarchia, Bd. XXXII. S. 190—193.
ESCHWEGE, Pluto Brasiliensis, Bln. 1833, S. 54—79.

6) Die Erlebnisse der Reise finden sich in einer Erzählung eines JOSÉ PEIXOTO DA SILVA BRAGA, der sich am Paranan von der Expedition trennte und mit mehreren andern auf Flößen bis nach Belem-Pará fuhr, wo sie vom Marquis DE ABRANTES nach S. Paulo zurückgeschickt wurden. Die Erzählung (15. 8. 1734) findet sich unter den Abschriften der Ms. der Bibliothek von Evora, Bd. 1 und ff. als Cod. 441 in der Bibl. des Hist. Geogr. Inst. v. S. Paulo

do rio Vermelho angelegt wurden, bei denen sich reiche Goldfunde zeigten. Intrigen des Gouverneurs von S. Paulo, denen in Lissabon leider Gehör gegeben wurde, brachten indessen alle Unternehmungen zum Stillstand, zumal nach dem Abzuge BUENOS die Eingeborenen von neuem Besitz von allen Ländereien genommen hatten. Um 1740 waren ständig von den Cayapós bedroht, Wäschen am Anieuns, Araias, Pilar, Crixás, Meia-Ponte, bei Aguaquente, Ouro Fino, S. Felix, Cocal und Bomfim in Betrieb.

* * *

Die Goldgewinnung geschah dort, wo die Alluvionen unmittelbar zutage lagen, in der ersten Zeit ausschließlich mit der Waschpfanne, der batea; erst um 1720 begann die Anwendung relativ vollkommener Arbeitsweisen, als tieferliegende Vorkommen oder gar Gänge im anstehenden festen Gestein in Angriff genommen werden mußten, und die alte Arbeit nicht mehr ausreichte. Die Arbeiten können eingeteilt werden in Wäschen von Alluvionen und Gewinnungen anstehender Gesteine. Die erstere Gruppe teilt sich wiederum im Waschbetriebe im engeren Flußbette (serviços da madre),

Betriebe am Rande der Flußbetten (taboleiros),

Arbeiten auf den höheren älteren Terrassen des Flusses grupiaras)[1]).

Die zweite Gruppe von Arbeiten umfaßte entweder solche auf dem Grunde des — wasserleeren — Flußbettes oder solche an den Hängen oder endlich im Gebirgsinnern.

Im engeren Flußbette wurden zur Beschleunigung der Anhäufung des Edelmetall haltigen Sandes oft Wehre eingebaut oder man leitete den Fluß teilweise in ein neues Bett, um die Sandmassen zum Absetzen zu veranlassen. In tiefen Flußstrecken wandte man das „Fischen“ mit von Hand betätigten Eimern oder das „Tauchen“ an. Am Rande der Flußbetten (auf den taboleiros) wurden Gruben bis auf das gesuchte Gesteinsmaterial niedergebracht, aus denen man das Haltige auf bateas verwusch. Erst später benutzte man das eigene Wasser des Flusses zur Lösung und Anreicherung des Schuttes. Für die grupiaras stellte man Kanäle zur Heranführung von Wasser unter Druck her; das Wasser wurde plötzlich auf das lockere Material losgelassen, es riß dasselbe in tieferliegende Kanäle,

1) S. z. B. JOSÉ VIEIRA CONTO, Memoria sobre a capitania de Minas Geraes, Rev. do Inst. Hist. e Geogr. IV. 2a Serie, 1848.

PAUL FERRAND, l'or à Minas Geraes. Ouro Preto 1894.

wobei das wertlose Gestein fortgespült wurde, während man das reichhaltige für die batea-Arbeit sammeln konnte. An den anstehenden Hängen wurden gewaltige Reservoire aus Stein gebaut, in die das vorerst unterminierte und dann mit Druckwasser zum Zusammenbruch gebrachte Gestein unter teilweiser Ausscheidung des Tauben hineingeschwemmt wurde. Derartiger Reservoire, mundéos, haben sich zahlreiche bis heute bei Ouro Preto erhalten. In derselben Gegend ist das Goldadern führende Gebirge auf weite Entfernungen von den systemlosen nur den Adern nachkriechenden Galerien durchwühlt, die in ihrer Primitivität an die Bergbauten des Altertums erinnern.

Die Anreicherung des in einer der vorstehenden Weisen gewonnenen goldreichen Gesteins geschah auf Herden einfachster Bauart, die das Edelmetall in rauhen Tüchern oder Ochsenfellen zum Teil zurückhielten. Ersichtlich ist, daß solche Arbeitsweisen sich dem Raubbau gleichstellen und nur auf außergewöhnlich reichen Vorkommen eine Zeitlang anwendbar sein konnten. Auf minder reichen Lagerstätten sank der Ertrag sehr rasch, sodaß die Unternehmer die Arbeiten verließen, um immer neue Reviere aufzusuchen, die indessen wegen ihrer Entlegenheit keinen hinreichenden Ersatz gewähren konnten. Zu rationellem Betriebe fehlte es an technischer Ausbildung, Genossenschaftsgeist und Kapital. Hinzu kommt noch, daß infolge falscher Politik die unentbehrlichsten Hilfsmittel, z. B. Sklaven, Eisen, Pulver, außerordentlich hohe Preise zu zahlen hatten und daß die Steuer eine unverhältnismäßige Last darstellte. So kam es, daß die Goldproduktion seit den fünfziger Jahren des 18. Jahrhunderts rasch abnahm. Die Bevölkerung wandte sich mehr und mehr dem Landbau zu und betrieb die Goldgewinnung nur noch als zufällige Nebenverdienstquelle.

Hinsichtlich der Ordnung der

Besteuerungsverhältnisse

ist die Zeit bis zu dem das Ende der wirtschaftlichen Abhängigkeit des Landes von Portugal bezeichnenden Regentschaftsantritte Johanns VI. i. J. 1792 als außerordentlich folgewidrig zu bezeichnen. Mit der räumlichen Ausbreitung der Wäschen, der zunehmenden Schwierigkeit der Zugänglichkeit, dem Fehlen einer unparteiischen Aufsicht wuchs die Goldhinterziehung zu einer Höhe an, zu deren Veranschaulichung nur das folgende Beispiel angegeben werden soll [1]).

1) Dr. Diogo P. R. de Vasconcellos, Quintos de Ouro, Rev. do Arch. Publ. Min. VI.



Von 1700—1713 wurden in Brasilien jährlich ca. 300 arrobas Gold gewonnen; hiervon kam weniger als 1/4 %, noch nicht 10 arrobas, in den Staatsschatz. 1714 gelang es dem Gouverneur von S. Paulo, BRAZ BALTHAZAR DE SOUZA, vorerst von dem Bezirke von Sabará die Zusicherung einer Kopfsteuer von 12 oitavas je Jahr und batea zu erlangen; schon 1715 mußte aber die Vereinbarung außer Kraft erklärt werden, weil ihretwegen heftige Unruhen drohten. 1719 wurden Münzstätten errichtet, in denen das gewonnene Gold probiert und in Barren gegossen werden sollte, auf denen man Gewicht, Herstellungsdatum und Feingehalt vermerkte. Dem Einlieferer von Rohgold wurde der Fünfte an Ort und Stelle nach dem Gießen einbehalten. 1722 kam es aufs neue zur Festsetzung eines Jahresbauschquantums, von 37 arrobas; 1724 wurde aber schon wieder die Münze mit der Einziehung des Fünften aus dem allein von ihr zu erhebenden Golde beauftragt. Bis Ende 1724 waren in den Staatsschatz 324 arrobas und 38 2/7 Mark geliefert, also wenig mehr als 4 % bei Jahresausbeute von 300 arrobas seit 1700.

Von 1725 bis 1735 brachten die staatlichen Münzämter 1068 arrobas und etwa 4 1/2 Mark Gold an Steuer; hieraus hat man unter Beachtung der glaubwürdigeren zeitgenössischen Angaben über den Betrag des hinterzogenen Edelmetalles die Gesamterzeugung auf 6500 arrobas angesetzt [1]).

Wegen der gemutmaßten großen Goldhinterziehung wurde bereits im Jahre 1733 die Besteuerung nach der Arbeiterzahl wieder eingeführt, die im Jahre 1735 sehr gegen den Willen des Bergvolkes in Kraft trat, welches sogar eine runde Jahresabgabe von 100 arrobas vorschlug, obwohl die Münzen in den Vorjahren dieses Ergebnis nicht erreicht hatten. Von den bei dem Veranlagungssystem herrschenden Härten und Unstimmigkeiten vermögen zahlreiche Beschwerden der Bezirke von Villa-Rica, Villa Nova da Rainha, S. João d'El-Rey, S. José, Sabará, Ribeirão do Carmo aus den Jahren 1741—1750 [2]) ein anschauliches Bild zu geben.

---

1) Vgl. hierzu „Impostos na Capitania Mineira" in der Revista do Archivo Publico Mineiro, Vol. II, S. 287 u. ff.

Zum Vergleich seien hinsichtlich der in Frage stehenden Goldausbeute Brasiliens von 1725—1735 folgende Angaben aus SOETBEER, Edelmetallprod. u. Wertverh. zw. Gold u. Silber s. d. Entdeckung Amerikas", PETERMANNS Mitteilungen, Ergh. 57; 1879 hinzugefügt.

Aus den Lissabonner zollamtlichen Flottenregistern würde sich Brasiliens Golderzeugung in dem zehnjährigen Zeitraume 1725/35 auf 80 350 000 cruzados = 65 726,3 kg oder 4471,2 arrobas belaufen. (1 cruzado = 0,818 g Feingold.) Nach den Gesamtsummen der Ausmünzungen würden wir auf 214 723 marcos 11/12 F. = 45171 kg oder 3141 arroba kommen (s. a. a. O., S. 86, 87).

2) S. a. o. a. O.: Rev. do Archivo Publico Mineiro II, 287 ff.



Diese Kopfsteuer wurde bis Ende 1751 erhoben und brachte im Durchschnitt jährlich 125 arrobas in den Staatsschatz [1]), obwohl die Behörden es nicht immer für angezeigt hielten, mit der ganzen im Gesetze vorgesehenen drakonischen Strenge gegen den Edelmetallschleichhandel einzuschreiten. Eine der ersten Maßnahmen JOSEPHS I. zur Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse des brasilianischen Bergbaus war 1750 die Abschaffung der mit stets zunehmenden Härten behafteten Kopfsteuer und die erneute Fixierung eines Jahresbetrages von 100 arr. Gold, mit der Bedingung, daß im Falle des Nichterreichens dieses Betrages die Grubenbesitzer mit ihrem sonstigen Vermögen einzutreten hätten. Dieses Abkommen wurde unter Kompensation einiger schlechter Jahre durch andere reicheren Ertrages bis 1771 eingehalten.

* * *

Einen Kurs zu moderneren Anschauungen nahm Brasilien mit der Ernennung des Gouverneurs Rodrigo José de Menezes i. J. 1780, dessen Bedeutung weiter unten ausführlicher darzulegen sein wird. Seine am 4. 8. 1780 an den portugiesischen Minister Martinho de Mello e Castro gesandte Exposiçao entwickelt im einzelnen folgende Reformvorschläge.

1. Errichtung einer Eisenhütte zwecks Verbilligung der Grubenmaterialien,
2. Schaffung einer Schürfkasse,
3. Schaffung einer besonderen Münze für den Innenverkehr,
4. Gründung von Bergbaugenossenschaften auf großer Basis,
5. Schaffung von Normen für die Weiterführung eines Grubenbetriebes auch während der Rechtshängigkeit.

Schon 1783 wurde MENEZES aber durch unfähige Nachfolger ersetzt, sodaß seine Vorschläge *vorerst* nicht in die Tat umgesetzt werden konnten. Dies geschah erst als Prinz JOHANN 1792 zur Regentschaft gekommen war und als zum ersten Male *brasilianische* Stimmen von Einfluß zu Worte kamen, denen neben einer eingehenden Kenntnis von Land, Leuten und Verhältnissen des *eigenen* Landes auch praktische Erfahrungen aus Europas bedeutendsten Bergbauzentren zur Seite standen. Auf den ver-

1) Gemäß SOETBEERS Quellen (a. a. O., S. 87) würde man für den 16jährigen Zeitraum 1735—1751 eine Goldausbeute von insgesamt 8630 arrobas anzunehmen haben, von denen obiger Betrag von insgesamt 1950 arrobas mehr als 22½ v. H. darstellen würde. Die oben angegebene brasilianische Quelle nimmt als Gesamtbetrag der Erzeugung von 1735—1751 12000 arrobas an.

2) Exposição sobre o estado de decadencia da Capitania de Minas Geraes e meios de remedial-a Rev. Arch. Publ. Min., III, 311 ff.



schiedenen Gutachten [1]) baut sich als wichtigstes Dokument für die neuere Bergbaugeschichte Brasiliens der kgl. Erlaß vom 13. 5. 1803 [2]) auf. Dieser stellt ein erstes allgemeines Berggesetz dar, dessen inhaltliche Darstellung nicht in diesen Rahmen fällt, aus dem vielmehr lediglich hervorgehoben werden soll die Errichtung eines Oberberg- und Münzamtes in Villa-Rica, in dem auch zwei Bergingenieure und zwei erfahrene Bergleute Sitz und Stimme hatten, die Anlage eines Bergwerks-Eigentumsregisters, die Neuordnung des Verfahrens bei Eigentumsübergang, die Erniedrigung der Abgabe auf den Zehnten, die Auferlegung des Betriebszwanges, Begünstigung von Betriebsgesellschaften, Normen zum Waldschutz und Regelung des Wasserschutzes.

Die systematische Einführung neuer ergiebigerer Aufbereitungsmethoden unter Ausscheidung eines großen Teiles von Handarbeit ist den zähen Bemühungen des Baron v. Eschwege zu danken, der, 1811 nach Minas Geraes gekommen, nach vielen Schwierigkeiten 1813 eine Pochanlage am rio Funil im Grunde von Ouro Preto als Muster für die brasilianischen Aufbereitungsbetriebe anlegte. Obwohl mit solchen Anlagen unendlich viel mehr als mit der ausschließlichen Handarbeit geleistet werden konnte, war das Problem der vollständigen Lagerstättennutzung noch nicht entschieden, weil die im Betrieb stehenden Wäschen bereits von den Alten oftmals überarbeitet worden waren, reichere Vorkommen aber nur unter schwierigen Verhältnissen zu gewinnen waren, für die sich nur die Errichtung von Kompagnien als ausreichend erweisen konnte. Nach monatelangem Arbeiten gelang es v. ESCHWEGE, die Genehmigung seiner „Statuten für neuzugründende Bergwerksgesellschaften" seitens Johanns VI. zu bekommen (12. August 1817) [3]). Am 12. März 1819 begann die von v. ESCHWEGE selbst unter großen Schwierigkeiten gegründete „Sociedade Mineralogica" bei Passagem, zwischen Ouro Preto und Marianna ihre Arbeiten, zu denen die am rio Funil benutzten Maschinen verwendet wurden; die Ergebnisse waren derartige, daß 1824 allen

---

1) Z. B. Memoria sobre a capitania de Minas Geraes von Dr. JOSE VIEIRA CONTO; I. 1799; II. 1801. Rev. do Inst. Hist. e Geogr. IV; 2. Serie 1847 Memoria sobre a utilidade publica em se extrahir o ouro das minas e os motivos dos poucos interesses que fazem os particulares que mineram actualmente no Brasil, von Dr. ANT. PIRAS DA SILVA PONTES LEME; 1799 oder 1800; publ. in Rev. do Arch. Publ. Mineiro I. 417/426.

2) FRC. IGN. FERREIRA, Repertorio Juridico Mineiro, Rio 1884, S. 48 ff.

3) JOAQUIM IZIDORO SIMÕES, Leis do Brasil; Rio, Nat.-Druckerei, S. 41.



Teilhabern das eingezahlte Kapital zurückerstattet war und außerdem alle Schulden getilgt waren [1]).

1824 [2]) wurde auch den Ausländern die Gründung von Bergwerksgesellschaften, gestattet, jedoch nur gegen Zahlung von um 5 % höheren Abgaben und gegen eine Art von Polizeiaufsicht über die Arbeiter und Leiter.

Unter diesen Einschränkungen gründete sich 1824 mit einem Kapital von Pfd. Sterl. 350.000 in 10000 Aktien die Imperial Brazilian Mining Association, welche sogleich die Lagerstätten von Gongo-Socco, Catta-preta, Antonio Pereira und Terrains an der Serra do Socorro für zus. Pfd. Sterl. 82.758 erwarb. Nur das erstgenannte Vorkommen gab Resultat [3]); nach HENWOOD wurden hier zwischen dem 1. Januar 1826 bis zur Liquidation der Gesellschaft am 31. 12. 1856 insgesamt 12887 kg Gold von 20—21 karat F. gewonnen. 1856 ging die Lagerstätte an den Hauptgläubiger der Gesellschaft über, der sie unbearbeitet liegen ließ.

*1830 bildete sich mit Pfd. Sterl. 165000 die S. João d'El-Rey Minning Cy Ltd. zur Ausbeutung der Lagerstätten bei S. João d'El Rey. 1834 wurden die Werke wegen Unrentabilität nach Morro Velho be. Sabará verlegt, wo bis jetzt die Gesellschaft unter günstigen Auspizien arbeitet.

1832 entstand die Brazilian Cy. mit Pfd. Sterl. 60000 Kapital zur Bearbeitung der Quarzgänge am Pico de Itabira do Campo. Die äußerst mangelhaften Arbeiten, die 1840 begannen, führten 1844 zu einem Bruch der hangenden Schichten, den man nicht aufzuwältigen trachtete, sondern — die mit etwa 30 Arbeitern belegte Bruchstelle zur Abkürzung der Leiden der Eingeschlossenen (! !) ersäufte. Die Gesellschaft löste sich auf; in 4 1/2 Jahren hatte sie 1181,291 kg Gold gewonnen.

1833 entstand die National Brazilian Mining Association zur Goldgewinnung auf der Serra de Cocaes. Schon 1840 betrug der Schaden Pfd. Sterl. 180000.

1861 bildete sich bei Sabará die East d'El-Rey Mining Cy. Ltd. 14 Jahre später löste sie sich nach Pfd. Sterl. 36.000 Verlust auf.

Bei Marianna bildete 1862 der Morro S.'Anna den Gegenstand der mit Pfd. Sterl. 125.000 getätigten Gründung der D. Pedro North d'El-Rey Gold Mining Cy. Ltd. Mit großen Wasserschwierigkeiten

---

1) 1814 bestanden nach einer dem „Pluto Brasiliensis" beigegebenen Tafel in Minas Geraes 555 einzelne Unternehmen auf Gold mit zus. 6662 Arbeitern, wovon 169 freie waren. Außerdem zählte man nach 3876 freie und 1871 unfreie Einzelwäscher — faiscadores —.

2) Rep. Juridico Mineiro, l. c., 98.

3) Ou the gold mines of Minas Geraes, Brazil, Transactions of the Royal Geological Society of Cornwall. 1871.



kämpfend, vegetierte die Gesellschaft bis 1888. 1900 wurde sie an die Gesellschaft von Passagem verkauft. Gleichfalls 1862 entstand die S. Barbara Gold Mining Cy Ltd. mit Pfd. Sterl. 60000 zur Bearbeitung von Goldquarzen bei Santa Barbara. Ende 1898 wurde sie wegen Verarmung der Gänge nach einer Gesamterzeugung von 2682,453 kg Edelmetall (10g/t) aufgelöst.

1863—1873 bearbeitete die Anglo-Brazilian Gold Mining Cy. Ltd. die bereits von v. ESCHWEGE in Angriff genommenen Lagerstätten bei Passagem. Ende Januar 1873 waren aus 104000 t Gestein 753½ kg Gold gewonnen. Defizit Pfd. Sterl. 28.167.0.0.

1873 wurde die Lagerstätte Taquara-Queimada zwischen Antonio Pereira und Marianna von einer mit nom. Pfd. Sterl. 100000 gebildeten Gesellschaft, der Brazilian Consols G. M. Cy. Ltd. angehauen; sie gab in 2 Jahren nur 4,750 kg Gold, weshalb sie verlassen wurde.

1876 entstand die Pitanguy G. M. Cy. Ltd. mit Pfd. Sterl. 8000 zur Bearbeitung einer von der Anglo-Brazilian G. M. Cy. Ltd. gekauften Grube bei Pitanguy in der Serra do Caraça. Bis 1887 wurden aus 18227 t Gestein 285 kg Gold gewonnen, dann aber verließ man die Grube Wassers wegen.

*Die Ouro Preto Gold Mines of Brazil, Ltd. installierte sich 1884 auf den Lagerstätten Passagem, Raposos, Espirito Santo e Borges. Heute stellt die Gesellschaft eine der beiden besten in Minas dar, deren Anlagen vielfach als mustergültig zu bezeichnen sind.

Bei Honorio Bicalho, E. F. Central, wurden 1887 Gruben von der mit 1800000 Fr. gegründeten Société des mines d'or de Faria erworben. Die Feinheit des Golde verursachte 58 % Verluste, weshalb 1903 die Gesellschaft liquidierte.

1891 und 1892, in der „Gründerzeit" Rios, entstanden einige Gründungen auf Gold, die wegen ihres ephemeren Daseins auf dem Papiere füglich keiner Erwähnung bedürfen.

*Seit 1897 arbeitet bei S. Barbara die S. Bento Gold Estates Cy. Ldt. — Pfd. Sterl. 250000 — in regelmäßigen Fortschritten und wendet als erste Gesellschaft das Cyanidverfahren bei der Goldgewinnung an.

*Gleichfalls arbeiten regelmäßig die Lathom Gold Mining, seit 1901 in Caethé, sowie die Rotulo Ltd., seit 1903 an der Serra de Piedade bei Caethé.

Außer den in vorstehender Aufstellung besonders (*) bezeichneten Gesellschaften arbeiten z. Z. nur noch einige Einzelunternehmer, bei Ouro Preto, jedoch in sehr geringem, bergwirtschaftlich völlig bedeutungslosem Betriebe auf Quarzgängen mit 8—30 g Gold in der Tonne.



In den Jahren 1902 und 1903 sind verschiedenen Gesellschaften Flußstrecken zur Goldgewinnung mitrelst Baggerung verliehen worden, z. B. im Rio das Velhas, Piracicaba, rio das Mortes, Abaété, Piranga, und ribeirão dobarmo, indessen sind bisher noch keine solchen Ergebnisse gezeitigt worden, die sichere Schlüsse auf die Bauwürdigkeit der Flußablagerungen lassen.

Großen Schwierigkeiten begegnet der Versuch, die

Gesamt-Goldproduktion Brasiliens

bis heute zahlenmäßig festzusetzen. Zahlen über Versendung von Abgaben, Sicherheit über einwandfreie Erhebung der Steuern, Angaben über den Wert des Schleichhandels, Kenntnis des Inhaltes einer großen Zahl von Dokumenten diesseits und jenseits des Ozeans, alles dies fehlt und macht die Bestimmung eines Wertes der Goldproduktion unsicher, wenn nicht unmöglich.

Bezüglich der Arbeiten im Staate S. Paulo wissen wir nur, daß die Abgaben von Paranaguá 1681 sich auf 6038 oitavas beliefen. Von Matto Grosso weiß man, daß die Gruben von 1719—1770 in ziemlichem Betriebe standen, von Goyaz, daß 1725 bis 1770 Gold gewonnen wurde. Nimmt man für jenes Gebiet 80, für Goyaz 100 arrobas als Jahresausbeute an, so kommt man auf eine Gesamterzeugung von 9000 arrobas. Unter Berechnung von etwa 2000 arrobas für die Niedergangszeit 1770 bis 1822 würden wir eine Summe von 11000 arrobas erhalten. Bahia, S Paulo und Ceará, von dem wir kaum etwas wissen, dürften nicht meh. als 5000 arrobas bis 1822 erzeugt haben, sodaß eine Gesamtsumme von 16000 arrobas oder 240000 kg erhalten würde für Brasilien, ausgenommen Minas Geraes, bis zum Ende der kolonialen Periode.

Bezüglich des Staates Minas Geraes steht folgendes fest (s. Quellen oben S. 449/50). 1700—1725 wurden jährlich je 300 arr. Gold gewonnen, zusammen also 7500 arr. 1725/35 würden nach den Einnahmen der Münzen als Produktion 6500 arrobas anzunehmen sein. Von 1735 bis 1751, dem Zeitraume der Kopfsteuer, sollen an 12000 arrobas gewonnen worden sein. Von 1751 bis Ende 1787 brachte die Pauschalsteuer insgesamt 3123 arrobas und einige Mark, sodaß auf eine Ausbeute von 18000 arrobas geschlossen werden darf. Von 1788—1801 ergab nach D. R. P. de Vasconcellos der „Fünfte“ etwas über 586 arrobas; somit kann die wirkliche Ausbeute auf 4000 arr. angesetzt werden. Für 1801—1820 gibt Eschwege die Einnahmen aus dem „Fünften“ zu 565 arr. und 3 Mark an; es kann die Produktion wohl auf 3500 arrobas veranschlagt werden. Bis 1820 würden wir somit für Minas Geraes auf eine Totalproduktion von 51500 arrobas oder 772500 kg kommen.



Auf den Zeitraum 1820/1860 gibt HENWOOD (a. a. O.) als Produktion 63783 kg an.

Bezüglich des Zeitraumes 1860/96 fehlen uns genauere Angaben über die Golderzeugung; gleichwohl dürfte es in Anbetracht der Regelmäßigkeit der Betriebsentwicklung angebracht sein den für 1879 [1]) übermittelten Jahresbetrag von 2000 arrobas als Mittel zu nehmen; so würde sich für den Zeitraum 1860/96 eine Quantität von 74000 kg ergeben.

Seit 1896 sind die in der Anmerkung [2]) angeführten Zahlen erreicht worden,

Zusammen für 1896/1909: 49.672 kg.

Rechnet man für den Abschnitt 1820/1909 auf Untersuchungsarbeiten, Einzelwaschbetriebe usw. etwa 20000 kg hinzu, so bekommt man für Minas Geraes mithin eine Gesamterzeugung von 772500 + 207455 = rund 980000 kg Gold und für Brasilien eine Produktionsmenge von 1220000 kg Gold im (heutigen) Werte von rund 3304000000 M.

Um einen genaueren Begriff vom Werte der brasilianischen Golderzeugung zu geben, würde die Einführung der Kaufkraft des Edelmetalls in den verschiedenen Epochen erforderlich sein, was hier nicht beachtet werden konnte.

Zum Vergleich sei hier endlich auf die von Soetbeer (a. a. O. 92) gegeben Rekapitulation der brasilianischen Golderzeugung von 1691—1875 hingewiesen, die 1037050 kg im Werte von 2893369500 M. berechnet.

* * *

III. Der Eisenerzbergbau.

Die erste Nachricht über Funde von Eisenstein entnehmen wir einem Briefe des Jesuiten AUCHIETA vom Jahre 1554 [3]); die Örtlichkeit kann nicht mehr näher bestimmt werden, dürfte aber wohl in der Nähe von Santos liegen.

---

1) S. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, I, S. 154.

2) S. bis 1906 einschl.: Dr. A. O. DOS SANTOS PIRES, Artikel: Gold im Werke: „O Brazil, Suas riquesas naturaes, suas industrias", I, hsg. vom Centro Industrial, Rio 1907. S. 454. 1907—1909 aus dem Verfasser von den Gesellschaften gemachten Angaben.

1896: 2.030.142 g;	1900: 4.420.422 g;	1904: 4.081.109 g;	1908: 3.721.329 g
1897: 2.153.035 „;	1901: 4.045.802 „;	1905: 3.644.534 „;	1909: 3.668.675 „
1898: 3 272.995 „;	1902: 3.813.794 „;	1906: 3.353.093 „;	
1899: 3.974.273 „;	1903: 3.970,945 „;	1907: 3.521.627 „.	

3) Annaes da Bibl. National, Vol. I.



Um 1590 oder 1597 [1]) entdeckte ein Paulistaner, AFFONSO SARDINHA, bei dem Morro de Biraçoyaba, acht Tagereisen von Soracaba, 12 von São Paulo [2]) entfernt, Eisenerze, zu deren Zugutmachung er unter Zuziehung eines spanischen Schmelzers auf seine Kosten eine Hütte mit katalonischen Herden errichtete.

1599 kam auf die Kunde von den Mineralfunden der Generalgouverneur D. FRANCISCO DE SOUSA, begleitet von 2 deutschen, JAKOB WALTER und GERALD BETINK nach den Gruben, um dieselben für den König in Besitz zu nehmen und ihre Arbeiten zu vervollkommnen. Nach Portugal zurückgekehrt, veranlaßte er die Ausarbeitung des ersten Berggesetzes welches am 15. August 1603 für die capitania S. VINCENTE verkündigt wurde.

1609 wurde nach der Rückkunft D. FRANCISCOS eine Gesellschaft zur Errichtung einer neuen Schmelze gegründet, deren Mitglieder D. FRANCISCO DE SOUSA, der Finanzprokurator DIOGO DE QUADROS und dessen Schwager, FRANCISCO LOPES PINTO waren. [3]) Die neue Hütte wurde auf der Insel Sant' Amaro in der Bucht von Santos, zunächst dem Geribatubaflusse [4]) errichtet; in der Nähe waren die Ländereien des damals noch lebenden AFFONSO SARDINHA, dem höchstwahrscheinlich noch die Einrichtung der Hütte, nach dem Muster der alten, zuzuschreiben ist.

Mit dem Tode von FR. LOPES PINTO am 26. Februar 1629 hörte die Eisenerzeugung auf und allmählich verlor sich das Andenken an die Hütte weil alle Bestrebungen auf das Gold gerichtet waren. 1680 erinnerte sich der capitão-mór von Itanhaem, LUIZ LOPES de CARVALHO, der alten Unternehmungen und schlug dem Prinzen D. PEDRO eine Untersuchung der Gegend vor [5]).

1682 wurde mehreren Einwohnern von S. Paulo die Autorisation zur Anlage einer Eisenhütte in Biraçoyaba erteilt, es kam indes nicht zur Ausführung der Genehmigung [6]), weil als „einzige Basis, auf die sich das öffentliche Interesse für Minas Geraes stellen kann, die Gewinnung von Gold anzusehen ist.“ [7]) Aus dieser Wirtschaftstheorie leiten sich die

1) Informações sobre as minas. l. c. 56.

2) S. ANTONIL Cultura e opulencia do Brasil, Ausgabe von 1837. S. 411.

3) JAC. RIBEIRO, Chronologia Paulista.

4) TAQUES nennt den Fluß Jerábátiba, den Ort, wo die Hütte stand, Borapoeiro. Letztere Benennung findet sich bei Marcelino Pereira Cleto als Ebiropecera s. Dissertaçao á respeito da Capitania de S. Paulo; Annaes da Bibl. Nat. XXI, 1899. S. 208.

5) S. Nobiliarchia Paulista. l. c. XXXV, 2. Teil, S. 51.

6) Nobiliarchia l. c. XXXIV, S. 57.

7) TEIXEIRA COELHO in seinem Instrucções para o Governo da Capitania de Minas Geraes; Rev. do Arch. Publ. Min., 1903, S. 498.



Gesetze vom 18. XI. 1715; (Verbot der Anlage neuer Branntweinbetriebe), 26. III. 1735 (gleicher Gegenstand) und 12. VI. 1743 (Verbot jeder Anlage von Fabriken irgendwelcher Art) ab, die auch die Entwicklung der Eisenindustrie ins Hintertreffen brachte. Erst 1765 wurde auf 10 Jahre einem Einwohner der capitania von Rio de Janeiro, DOMINGOS FERREIRA PEREIRA, das ausschließliche Recht verliehen, in der Gemarkung von S. Paulo Eisen, Blei und Zinn zu gewinnen und zu verarbeiten; als Entschädigung wurde die Befreiung von allen Abgaben auf 5 Jahre bewilligt. Diese Konzession war im Hinblick auf den bevorstehenden Krieg zwischen Portugal und Spanien bewilligt und hoffte man, daß die Neuanlage alles Geschoßmaterial werde liefern können. Die Hauptschwierigkeit bestand indessen in dem hohen Titansäure-Gehalt der Erze, die dem Schmelzen sehr hinderlich war und dem die eingeborenen Schmelzer ratlos gegenüber standen. Man wollte einen spanischen Metallurgen kommen lassen [1]), doch ist es nach den Ausführungen von v. ESCHWEGE [2]) wahrscheinlich, daß man hiervon abgesehen hatte und lediglich durch einen der am Orte anwesenden Afrikanersklaven eine Hütte mit einem Schmelzherde bauen und betreiben ließ. Als v. ESCHWEGE 1810 oder 1811 Sorocaba besuchte, fand er noch einen der alten Schmelzer vor, der von einer Tagesausbeute von 1 arroba Eisen berichtete. Die Anlage kam 1776 oder 1777 zum Stillstand [3]).

Eine entschiedene Richtung zur wirtschaftlich beachtenswerten Inangriffnahme des Eisenerzlagers schlug Brasilien erst seit der Zeit des Gouverneurs RODRIGO JOSÉ DE MENEZES ein, der in seiner bereits beim Golde erwähnten Denkschrift von 1780 auch der Notwendigkeit der Beachtung der Eisenschätze des Landes gedenkt, und von der leicht durch Krieg zu störenden, überdies kostspieligen Einfuhr von schwedischem, deutschem und spanischem Eisen frei zu werden. Zur selben Zeit brachte auch der schon genannte JOSÉ VIEIRA CONTO in einem zu Diamantina verfaßten Denkschreiben vom Jahre 1800 [4]) gleichartige Ideen zum Ausdruck, Ideen, die bei dem leider von der portugiesisch-brasilianischen Geschichtschreibung als völlig unfähig, ewig von Mönchen geleitet und stets schwankend dargestellten JOHANN VI. lebhaftesten Wider-

1) Archivo de S. Paulo, Vol. XIV, S. 406.

2) Pluto Brasiliensis 513.

3) Vergueiro, Memoria Historica sobre a fundação da fabrica de S. João de Ypanema Lissabon 1858, S. 12.

4) Considerações sobre as duas classes mais importantes de povoadores da Capitania de Minas Geraes; Revista do Instituto Historico e Geographico, Vol. XXV, S. 421.

hall fanden. Schon am 27. Mai 1796 wurde der Einfuhrzoll auf Eisen aufgehoben, das Salzmonopol abgeschaft und die Errichtung von Hütten zur Gewinnung und Verarbeitung von Eisen freigegeben [1]).

Um bestimmte Anregungen zur Hebung der Eisenindustrie zu bekommen, wandte sich der Hof am 18. März 1797 [2]) an J. VIEIRA CONTO, der im Januar 1799 sein „Memoria sobre a Capitania de Minas Geraes, sen territorio, clima e producções metallicas: sobre a necessidade de se restabelecer e animar a mineração decadente do Brazil; sobre o commercio e exportaçãodos metaes e interesses regios“ einreichte, welches als Richtschnur der gesamten Entwicklung des Eisenhüttenwesens, des Ruhmes der Regierung JOHANN VI. geworden ist [3]). Als wichtigstes Erfordernis wurde die Errichtung größerer Anlagen entwickelt, weil nur diese wirtschaftlich beachtenswerte Ergebnisse bringen könnten; als untrennbar hiermit verbunden wurde die Einrichtung von Abfuhrlinien nach dem rio Doce, Jequitinhonha und S. Francisco empfohlen.

Zur Ausführung der von CONTO entwickelten Ideen wurde der Oberrichter MANOEL FERREIRA DA CAMARA BITTENCONDT e SA' ausersehen, der auf Staatskosten eine Eisenhütte errichten sollte [4]). CAMARA wählte einen Ort bei Gaspar Soares aus, obwohl diesem das genügende Wasser fehlte [5]); 1809 begann der Bau eines Hochofens, deutschen Systems, von 23 Fuß Höhe, dem innerhalb zweier Jahre 2 weitere Öfen und 12 Schmiedefeuer folgen sollten. Wegen des zu spät erkannten Wassermangels kam indes bis 1815 kein Betrieb zustande; in diesem Jahre wurden von einem mit v. ESCHWEGE arbeitenden Deutschen, SCHÖNEWOLF, zwei kleine schwedische Öfen erbaut, die 6500 arrobas Luppeneisen gaben. (Der 1821 aufgegebene Versuch hatte dem Ärar 120000 Milreis (= ∾ 300000 M. nach damaligem Kurs) gekostet, wofür für 137,30 Milreis Eisen erzeugt worden war [6]).

Zur selben Zeit, als diese Anlage geschaffen wurde, entstanden mehrere Projekte zur Gründung von privaten, in keiner Weise vom Staate

---

1) Archivo de S. Paulo, Bd. XXV, 1898. Das Datum beweist, daß die von Dr. CLODOMIRO DE OLIVEIRA — Annaes da Escola de Minas, V. 60 — aufgestellte Behauptung, wonach erst die Erlasse vom 19. VIII. 1799 die Eisenindustrie in Minas begründet hätten, nicht ganz richtig ist.

2) Rev. do Inst. Hist. e Geogr. IV. 2. Serie, S. 289.

3) Rev. do Inst. Hist. e Geogr. IV, 2. S. 334.

4) Pluto Brasiliensis, S. 521.

5) S. BOVET, A Industria Mineral na Provincia de Minas Geraes, Annaes da Escola de Minas. Vol. II. p. 36.

6) Pluto Brasiliensis, S. 521—29.

begünstigten Eisenhütten; von diesen trat später nur eins, von v. ESCHWEGE ausgearbeitet, ins Leben, welches der chronologischen Ordnung wegen weiter unten zu behandeln sein wird,

Seit 1808 plante indessen Johann VI. eine Neuanlage in Ypanema. 1810 wurde zu dem Behufe ein Schwede, CARL GUSTAV HEDBERG verpflichtet, der in einer Schwindelgründung bis Ende September 1814 110 bis 112 Contos de réis verschwendete, ohne dafür etwas geleistet zu haben. Nach der Entlarvung des Schwindlers wurde der ehemalige Direktor der staatlichen Eisenhütte von Figueiró dos Vinhos in Portugal, VARNHAGEN, 1814 zur Neuordnung der Anlage berufen. Am 1. November 1818 wurde das erste Gußeisen aus dem Hochofen von Ypanema abgelassen. Bis September 1821 waren 46,761 $^2/_3$ arrobas Eisen erzeugt, als VARNHAGEN seinen Abschied nahm. Die weiteren Schicksale Ypenamas gehören neuerer Epoche an, s. w. u.

1810 kam Baron v. ESCHWEGE nach Minas, aufs wärmste dem Gouverneur, Graf von PALMA, empfohlen, um die Gold-. Silber-, Blei-, Quecksilber- und Eisengruben des Landes zu untersuchen. Ende 1811 wurde eine Örtlichkeit bei Congonhas do Campo, bei einem Wasserfalle des ribeirão da Prata zur Anlage einer Eisenhütte ausgewählt. Schon am 17. Dezember 1812 wurde in der mit 4 Stücköfen, 2 Wärmeöfen, einem Wasserradhammer und einigen Pochstempeln versehenen Anlage, der Fabrica Patriotica, das erste Eisen geschmiedet. Die Stücköfen sind hier zuerst auf brasilianischem Boden zur Anwendung gekommen. Sie hatten 5 Fuß Höhe, 10" Gichtweite, 2' Formebenenbreite- und Länge. Jede Kampagne dauerte 4—5 Stunden und lieferte 1 $^1/_2$—2 arrobas Eisen. Den Wind erzeugten Wassertrommelgebläse nach v. ESCHWEGES Angaben. 1813—1820 wurden 8195 arrobas Eisen erzeugt, wobei der von dem Grafen von PALMA gegründeten und von v. ESCHWEGE geleiteten Gesellschaft allein für 1819/20 5068 Milreis 548 rs. Reingewinn blieben. 1821 oder 22 ging v. ESCHWEGE nach Portugal zurück. [1])

Das Beispiel der Hütte von Congonhas ließ die Zahl der gleichartigen Unternehmungen rasch wachsen, weil der mechanische Hammer und die Wassertrommelgebläse alle Schwierigkeiten, denen bisher die eingeborenen Schmiede gegenüber gestanden, beseitigt hatte. 1817 kam der französische Chemiker und Mechaniker F. DE MONLEVADE [2]) nach

---

1) Die im Vorstehenden angegebenen Daten basieren auf Angaben in ESCHWEGES Pluto und dem Memoria von Vergueiro l. c.

2) Vgl. Dr. JOSÉ DE BITTENCOURT, Memoria mineralogica do Terreno Mineiro da Comarca de Sabará, Rev. do Archivo Publ. Mineiro; II, 1897, S. 607, 608.

ANT. GONCALVES GOMIDE, Brief an JOSE BONIFACIO DE ANDRADA E SILVA, Rev. do Arch. Publ. Min. II, 1897, S. 757.

Minas, wo er sich bei Caeté niederließ und einen kleinen Hochofen baute [1]), in dem Gußeisen für Töpfe, Kessel, und ähnliches hergestellt wurde. 1825 erbaute MONLEVADE bei S. Miguel de Piracicaba eine neue Eisenhütte. Diese bestand bis 1876.

1864 bestanden in Minas Geraes 120 Schmieden. Costa Sena zählte 1879 30 Eisenhütten in Minas, von denen 7 den italienischen Prozeß anwendeten. [2]) 1883 zählte Bovet [3]) 75 Schmelzanlagen in Minas.

In Ypanema übernahm nach dem Weggange VARNHAGENS ein Oberleutnant den Betrieb, der bis 1824 mit VARNHAGENschem Personal auf der gleichen Höhe gehalten wurde. Erst gegen 1830 macht sich, durch die mangelnde technische Erfahrung der Leiter verursacht, ein rascher Niedergang in den Ergebnissen bemerkbar [4]). 1895 wurde der Betrieb eingestellt nach dem Rate des Metallurgen Gautier [5]): Ypanema est généralement mal connu an Brésil; il ne vit que de la légende officielle et n'est susceptible d' aucun développement sérieux." 1888—1895 mag das Defizit der Hütte an 750 Contos de reis betragen haben.

Die neuesten auf privater Initiative beruhenden Unternehmungen sind die folgenden: 1888 wurde bei Itabira die Usina Esperança mit einem 9 m hohen Ofen von 4000 kg Tagesleistung erbaut; sie ist bis heute in gutem Betriebe. Dieselben Gründer bauten 1892 eine zweite Hütte bei Miguel Burnier, woselbst ein 10 m hoher Ofen mit 1,50 m Quadratseite Gicht- und 2,20 m Quadratseite Formebenenweite arbeitet. Auf der Hütte von Monlevade wurde 1893 der bloomary Prozeß eingerichtet; die Arbeiten nahmen bis 1897 regelmäßigen Fortgang, wurden dann aber wegen Fallissements eingestellt. Diese Hütte diente 1893 als Modell zur Errichtung einer Anlage bei Sta. Rita Durão im Munizip Mariana, die nur bis Mitte 1894 arbeitete und dann ihre Herde ausblies.

Die gegenwärtige Eisenerzeugung Brasiliens beträgt aus 2 Hochöfen etwa 2100—2200 t Gußeisen 1. Schmelzung und aus etwa 100 Herdschmieden ca. 2000 t Stabeisen pro Jahr. Hauptmotiv für das Stehenbleiben der Entwicklung ist die Teilnahmlosigkeit der Regierung für die dringendsten Bedürfnisse der Technik, billige Frachten, keine lästigen Innensteuern, Aufhebung der Abhängigkeit der Gründer von Industrien von dem guten Willen der Grundeigentümer.

1) S. v. ESCHWEGE, Noticias e reflexões etc. . . ., l. c, 758.

2) Dr. JOAQUIM CANDIDO DA COSTA SENA, Annaes da Escola de minas, Vol. I.

3) A. gl. Orte, Vol. II, S. 51.

4) J. Pandia Calogeras, A fabrica de ferro de S. João de Ypanema, Revista Brasileira, Vol. 1895.

5) Revista Industrial de Minas Geraes, I, Nr. 8, 1894, S. 193.

IV. Manganerzbergbau.

Die Entdeckung der brasilianischen Manganerzlager, die heute in Betrieb stehen, ist v. ESCHWEGE zu verdanken, der sie von Queluz, Redondo, Itabira, Ouro Preto, Diamantina beschreibt. Damals hatten die Vorkommen indessen keinen Wert, weil Manganerze noch nicht im Eisenhüttenwesen Anwendung fanden. 1888 wurden beim Bau der Staatsbahn die mächtigen Vorkommen bei Miguel Burnier bekannt, deren Valorisation 1893 durch das Haus COSTA & ALMEIDA begonnen wurde. 1898 wurden die Lagerstätten bei Pequiry, unweit Queluz, von neuem angefahren. Im selben Jahre entdeckte man bei Nazareth im Staate Bahia Manganerzlager, zu deren Inangriffnahme sich eine Gesellschaft bildete. 1899 kaufte ein belgisches Konsortium [1]) Erzterrains bei Saramenha, unweit Ouro Preto verlegte dann aber seine Tätigkeit nach S. Gonçalo, 11 km von Queluz entfernt. 1900 erwarb eine belgisch-brasilianische Gesellschaft eine bei Tripuhy, mußte aber 1902 bereits liquidieren. 1901 und 1902 entstanden die Gesellschaften: Companhia de minerçao no Brasil bei Olaria, Queluz, Sociedade do manganez do Morro da Mina, Queluz und die Gesellschaft Queluz-Minas.

Die bedeutendsten Gruben sind die bei Miguel Burnier — „Usina Wigg“ — und beim Morro da Mina.

Die Zahlen für die Ausfuhren sind für die Jahre 1904—1908 die folgenden [2]):

1894: 1430 t;	1898: 27110 t;	1902: 164283 t;	1906: 124646 t;
1895: 5570 t;	1899: 62178 t;	1903: 197315 t;	1907: 220021 t;
1896: 14710 t;	1900: 127348 t;	1904: 216463 t;	1908: 194693 t.
1897: 14370 t;	1902: 104214 t;	1905: 192220 t;	

V. Kupferbergbau.

Nach dem Golde ist das Kupfer das erste Mineral, welches handgreifliche Beweise seines Vorhandenseins gegeben hat.

GABRIEL SOARES zitiert 1587 [3]) das Vorkommen von Kupfer im heutigen Staate Bahia. Es wird sich hierbei um Lagerstätten in der Serra da

---

1) Soc. An[e] des mines de manganèse d'Ouro Preto.

2) S. HUSSAK: Zeitschr. f. prakt Geologie 1906, 237. Für 1906—08 sind die Zahlen den Zollamtsnachweisen entnommen.

3) Tratado descriptivo do Brasil em 1587; Rev. do Inst. Hist. e Geogr. XIV, 2 Ausgabe von 1879, S. 327.



Cachoeira handeln [1]). Die Vorkommen gerieten vollständig in Vergessenheit, denn Dr. FRANCISCO VICENTE VIANNA [2]) gibt, gestützt auf ACANÁ [3]) an, erst 1718 sei Kupfer in Bahia, u. zw. am rio das Contas gefunden worden. Die Gewinnung von Kupfer scheint sich nicht entwickelt zu haben bis zum Jahre 1782 [4]), wo man einen neuen Fund machte, aus dem ein Muster im Naturalienkabinett zu Lissabon ist, welches bei 2616 lbs. Gewicht 97 % reines Kupfer aufweist [5]). Als Fundort wurde eine Örtlichkeit Mamocabo, am r. Ufer des Paraguassú angegeben, wo indessen SPIX und MARTIUS kein Kupfer entdecken konnten.

1798 bildete sich zur Nutzung dieser Vorkommen eine Gesellschaft, es kam jedoch nicht zu einem Betriebe.

Um dieselbe Zeit machte ein nach Angola deportierter Teilnehmer an der Verschwörung der Inconfidencia Mineira, JOSÉ ALVARES MACIEL, dem Gouverneur von Angola, ausführliche Mitteilungen über Kupferfunde bei Ouro Preto [6]). Diese Lagerstätten wurden 1898 oder 1899 bei Tombadouro in der Gemeiude Antonio Dias bei Ouro Preto wiedergefunden. ESCHWEGE erwähnt [7]) Kupfersande in den Bächen von Cattas Altas und Inficionado auf der Ostseite der Serra do Caraça. Zu einem Betriebe kam es hier nicht. ESCHWEGE nennt als weitere Kupfervorkommen S. Domingos bei Serra, Abaeté, Congonhas do Campo.

Zu einem regelmäßigen Betriebe haben bisher nur die Vorkommen bei Camaquam 3 km vom gleichnamigen Flusse entfernt, in Rio Grande do Sul, gegeben. Hier arbeitet seit 1900 eine Gesellschaft, die 1901; 477 t, 1902: 234 t, 1903: 316 t, 1904: 322 t, 1905: 269 t, 1906: 195 t, 1907: 414 t Kupfererze — Kupferkies, Bornit mit Eisenkies — von ca. 30 % Cu ausführte [8]).

VI. Bleierzbergbau.

Zum ersten Male wird Blei in einer dem Domingos FERREIRA PEREIRA ausgestellten Verleihungsurkunde vom 28. Februar 1765 [9]) erwähnt. 1789

1) S VINCENTE DE SALVADOR, Historia do Brasil; Annaes da Bibl. Nat. Vol. XIII, fasc. I, S. 12.

2) Memoria sobre o estado da Bahia, Bahia, Bahia 1893, S. 81—83.

3) BENEDICTO MARQUES DA SILVA ACANÁ, Memoria sobre os terrenos diamantinos da Bahia. 1847.

4) ESCHWEGE, Pluto Brasiliensis S. 451.

5) S. VANDELLI, Memorias da Academia de Sciencias de Lisboa, Bd. I, 1797.

6) S. Rev. do Arch. Publ. Mineiro, II. 1897, S. 16

7) Pluto, S. 453.

8) Betr. der Geologie der Vorkommen s. KILBURN SCOTT, The mineral ressources of the State of R. G. d. Sul., Transact. of Inst. of. Mining Engineers. General-Meeting Lonoon 1903 2. Juli.

9) J. JACINTHO RIBEIRO, Chronologia Paulista 1899.

oder 1790 fanden mehrere Diamantensucher am linken Ufer des oberen S. Francisco, am Abaeté, Bleiglanzknollen, ohne jedoch an ihre Gewinnung denken zu können [1]). 1800 wurde von Ouro Preto eine Expedition nach Abaeté gesandt, die am 10. September die Lagerstätte antraf, in deren Erz 75 % Blei und 206—236 g Silber auf 100 kg Werkblei gefunden wurden. [2]) Im Jahre 1811 untersuchte v. ESCHWEGE das Vorkommen und traf die Vorbereitungen zu einer Ausbeutung desselben. Es wurden mehrere Hundert arrobas Bleiglanz gefördert, 1818 verließ ESCHWEGE aber Abaeté, weil er nicht die erforderlichen Hülfskräfte bekommen konnte und die Grube überdies am Wasser zugrunde zu gehen drohte [3]). 1822 oder 1823, schon nach dem Abzuge v. ESCHWEGES nach Portugal, wurden die Arbeiten vollständig eingestellt und die Sklaven zurückgezogen.

Am 16. Mai 1823 machte von Rio aus ANTONIO GONÇALVES GOMIDE den Vorschlag, die Grube wieder aufzunehmen [4]); 1824 wurde MONLEVADE beauftragt, die Gruben zu besichtigen und das bereits gewonnene Haufwerk zu verhütten. Es wurden 4 Öfen gebaut und 703 arrobas (10545 kg) Blockblei hergestellt. 1825 verließ MONLEVADE Abaeté um bei Caeté seine Eisenhütte zu vollenden. Bis 1879 blieb die Grube vergessen; in diesem Jahre wurde sie von Dr. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA [5]) besucht und beschrieben. Ein Betrieb ist nie mehr versucht worden, obwohl die Hauptschwierigkeit vergangener Zeit, das Fehlen von Verkehrsmitteln jetzt behoben ist.

VII. Versuche auf Quecksilber, Zinn, Platin, Palladium.

Zinnober wurde um 1809 beim Goldwaschen in der Nähe von Tripuhy gefunden und von MAWE [6]) untersucht. Zu einem Bergwerksbetriebe auf den Imprägnationen in Quarzen der Serra da Cachoeira, welche das Material geliefert, kam es aber nicht. 1891 wurden neue Untersuchungen am selben Orte aufgenommen [7]). Das bei dieser Gelegenheit als nicht existierend angesehene gediegene Quecksilber [8]) wurde bei neuen Untersuchungen 1899 in einem Walde im Talgrunde von Tripuhy entdeckt. Zur Zeit sind noch Untersuchungsarbeiten zwecks Betriebseinrichtung im Gange.

1) VIEIRA CONTO, Memoria etc. 1801. S. 67/68.
2) V. Conto, Memoria, l. c., 69.
3) Pluto, l. c., 482.
4) Rev. do Arch. Publ. Mineiro, 1897, S. 757—758.
5) Annaes da Escola de Minas I, 1881; S. 35.
6) S. Pluto, S 456.
7) Dr. FR. DE PAULA OLIVEIRA, Revista Industrial de Minas Geraes, 1894, No. 7.
8) l. c. S. 4.



Zinkblende wurde von ESCHWEGE aus Abaeté als akzessorischer Bestandteil der dortigen Bleiglanzvorkommen erwähnt. 1896 wurden Lagerstätten von Blende bei der Station Hargreaves (Strecke nach Ouro Preto) gefunden. Bisher ist auf denselben nichts unternommen worden.

Zinnstein fand v. ESCHWEGE 1813 in Ponte Nova am Paraopeba[1]); die durch einen Militärarzt vorgenommene Begutachtung wies als angeblich vorhandene Menge Zinnstein 5000 t aus, die sich aber bei ESCHWEGES erneutem Besuche als Eisensande erwiesen. 1882 fand COSTA SENA Zinnstein bei Cachoeira do Campo im Munizip von Ouro Preto. Die Vorkommen haben einstweilen nur theoretisches Interesse.

Platin wurde zum ersten Male von Dr. J. VIEIRA CONTO 1801[2]) identifiziert in einer von einem Unbekannten in der Münze von Sabará eingelieferten Barre, die nur sehr schwer schmelzbar war. Bei den von CONTO angestellten Untersuchungen über die Herkunft ergab sich, daß das Material aus der Umgebung von Sant'Anna dos Ferros stammen müsse. GORCEIX[3]) zitiert Platinmuster aus dem oberen Jequitinhonha-Gebiete, Munizip Serro. Die umfassendste Arbeit über den Gegenstand, auch in historischer Hinsicht, ist die von HUSSAK: Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien[4]).

VIII. Monazitsandgewinnung.

Die Aufmerksamkeit auf die brasilianischen Lagerstätten der Mineralien der „seltenen Erde" wurde zum ersten Male im Jahre 1884 gelenkt, als Mr. GORDON an der Küste bei Caravellas Sande entdeckte, die bei der Analyse auf der Bergakademie in Ouro Petro als Monazit erkannt wurden[5]). 1894 soll GORDON der Auer-Gesellschaft die Verwendung von Thoriumsalzen bei der Anfertigung der Glühstrümpfe empfohlen haben, die vordem nicht dazu verwendet wurden.

1895 wurden die Lager von Monazit an der Küste von Espirito Santo entdeckt und sogleich in Arbeit genommen.

Im letzteren Staate sind Monazitvorkommen bekannt[6]) bei den Siry-Felsen, bei Maratayses, Pitas, Mangue, Socco, Cacurucagem, Quarteis,

1) S. Brf. von ESCHWEGE an den Grafen VON PALMA vom 7. VII. 1813; Rev. do Arch. Publ. Min. II, 764.

2) S. Memoria etc. 1801. S. 12 u. ff.

3) S. Estudos geologicos das jazidas de topazios da Provincia de Minas Geraes, Annaes da Esc. de Minas I, 1881, S. 27.

4) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften Wien; math.-naturwiss. Klasse, Bd. 113, Abt. 1; Juli 1904

5) S. DERBY im American Journal of Science.

6) S. RICHARDSON in Brazilien Mining Review Juli 1903 Rio de Janeiro.

Tiriricas, Boa Vista, Piúma, Ubú, Miahype, Guarapary, Ponta de Fructa, Regencia, S. Matheus. Es mögen hierselbst etwa 15000 t Monazit vorhanden sein. Die einzigen großartigen Lager sind die von Prado im Staate Bahia, die sich durch die Küstenerosion unter Mitwirkung von Regen, Seewasser, Sonne und Wind stetig regenerieren.

Aus Brasilien wurden verschifft:

1895—1900 ca. 6500 t Monazit zu einem Werte von 5½ Millionen M., 1901—1908 betrug die Ausfuhr 27660 t[1]) zum Gesamtwerte von 14767570 M.

---

1) S. FREISE, Brasilianische Monazitseifen; Zeitschrift für prakt. Geologie. Dzbr. 1909. S. 521.

Kleinere Mitteilungen.

Die Klosterbibliothek von Bobbio in Oberitalien.

Von K. BOPP.

In Moritz Cantors großem Werke, das in den Händen Aller ist, die sich mit dem Studium der Geschichte der Mathematik und der Wissenschaften überhaupt beschäftigen, wird als eines der Hauptzentren für den Lauf gelehrter Bildung im Mittelalter das Kloster Bobbio an der Trebbia charakterisiert. Wir finden pag. 826 der neuesten, 3. Auflage des I. Bandes der „Vorlesungen über Geschichte der Mathematik" den Passus: „Irland war schon in der ersten Hälfte des V. S. von Gallien aus bekehrt worden. Klöster entstanden dort, in welchen, getreu den Überlieferungen des heiligen Benedikt und Cassiodorius geistliche und weltliche Schriftsteller, lateinische sowohl als griechische, zum Gegenstand des Studiums gemacht wurden. Dazu gehörte besonders das Kloster Bangor, von welchem in der zweiten Hälfte des VI. S. der heilige Kolumban auszog, neue Klöster an verschiedenen Orten gründend, so das Kloster Luxeuil in Burgund, so Bobbio in Oberitalien, wo er selbst 615 starb. Andere irische Mönche zogen dieselbe Heerstraße des Glaubens durch Jahrhunderte hindurch. Die Klöster, welche von Kolumban, von seinen Landsleuten Gallus, Pirmin und andern in Deutschland, in der Schweiz, in Norditalien eingerichtet worden waren, erhielten so immer frischen Zuzug und in zierlichen irischen Buchstaben entstanden an den verschiedensten Orten saubere Abschriften des gemischtesten Inhaltes. Die Klöster irischen Ursprungs wetteiferten so in ihren bildungsfreundlichen Bestrebungen mit denen der Benediktiner, da und dort mit ihnen verschmolzen". Und pag. 853 in der Geschichte der wissenschaftlichen Leistungen Gerberts, der ja das X. Jahrhundert erleuchtet, des nachmaligen Papstes Sylvester, finden wir wieder Bobbio genannt, „wo handschriftliche Schätze aller Art den wissensdurstigen Geist empfingen". Welches waren nun diese Bücherschätze des weltberühmten Klosters? Glücklicherweise hat sich ein Katalog dieser reichen Bibliothek erhalten. Wir finden ihn bei Muratorius in dessen „Antiquitates Italicae medii aevi", Mailand 1738—1742, 6 Bände[1]). Der gelehrte Vorsteher der

1) Dann auch in dessen Opera omnia Aretii 1775 in 4°, Tom VII col. 493—505 und Becker, Gustav, Catalogi Bibliothecarum Antiqui No. 32,



Ambrosianischen Bibliothek und der Büchersammlung des Herzogs von Modena hat ihn im III. Bande colonne 8/8 u. ff. zur Veröffentlichung gebracht. Dort heißt es: „Rite cadit in hunc locum Catalogus vetustissimus M Storum Codicum, qui olim in eiusdem Bobiensis Monasterii Bibliotheca adservabantur, sed temporis edacitate corrosus ac decurtatus. Ego qualem inveni in eadem Bibliotheca descripsi, et monumentum Literariae Reipublicae non inutile, nunc tandem profero.

Index M Storum Codicum Bobiensis Coenobii, Decimo, ut videtur Aerae Vulgaris Saeculo exaratus

. . . .

. . . .

Librum I ad Pascen . . . mirabilibus gemmarum . . . . breviter excerptus Lib. I de Adam . . . . De sancta Virginitate et de bono . . . . nis conjugiis Lib. I Quaestio . . . . Lib. II de octo Quaestionibus . . . . rum Episcopum Libellum parvulum I . . . . Epistolae Pauli ad Rom . . . Hieronymi in Epistola Pauli ad Galatas . . . . rum ad Prosperum Lib. I de . . . sto. in quo continetur de Humilibus . . . Lib. I de Doctrina Christiania. Lib I contra Marcionem. Lib. I de aedificatione Templi, in quo continentur Homiliae Augustini Librum Retractionum. Librum I de Letaniis. Libellus unus de decem chordis, in quo Hieron . . ad Ydiviam. Lib. I de Epistolis Canonicis ad Evodium. De Ammonitionibus ad Reges et Potentes, et de Poenis infernorum, et Beatitudine justorum. Et de quaestionibus Sancti Augustini in Matthaeum. Librum I Quaestionum in Matthaeum et Lucam: in quo habentur Libri III quos composuit Adammianus de Situ Hierosulem, et Terra repromissionis, et Urbe Constantinopolitana.

Item de Lib . . . in minoribus Prophetis. Expositiones II in Epistola ad Galatas. In . . . . ad Ephes . . . . . ad Philemonem, ad Corinthios. Et commentarium Epistolae, seu .. . . et glos. super Virgil. in Esaia Expos III. Expositionem I in Zacharia et Malachia. Expositionem I in Abdia et Jona. In alio volumine Expositionis eiusdem in Abdia librum I. In Jona. I In Nomm. I In Hieremia Libros III Expositiones IX in Hieremia. In Ezechiel Libros IV. In Abacuc Expositionem I Librum I de Mansionibus Israelitici Populi; in quo habetur Dialogus Attici et Critoboli. Tractatum in Ecclestiasten. Librum I de Cronica Apostolorum. Libros II de Illustribus Viris. Commentarios III in Matthaeum. Librum super Psalmos. Libros Quaestionum II. Liberum generalium sentiarum. I De Opusculis eiusdem. Librum I de Infantia Salvatoris Librum I ad Pammachium et Marcellam. Librum in Canticis Canticorum. Librum I contra Jovinianum. Librum I in quo sunt Prologi in Libros Regum, in Eptatico in Paralipomenon et Esdra: et de Mansionibus Israhelitici Populi. Librum I in Johel et Amos, et Micheae. In Genesi Librum I in quo continetur ars cuiusdam de Grammatica et Sinonima, et Cronica Apostolorum. Librum I de opusculis Hieronymi et Augustini. Librum I in Salomone et in Joh. Libros III Dogmatum. Libros VII de Epistolis Hieronymi in Oseae et Johel Tractatus in Apostol . . Librum I Commentarium in Evangelio Matthaei et Lucae Et Quaestiones diversae Librum I.

Item de Eusebii Libris. Libros Cronicarum III. Libros de Istoria Ecclesiastica III. Excerptos de Cronica Eusebii Libellos IV. Item de Hilarii. In Epistola ad



Romanos Librum I. De fide Catholica Libros III. Item de Beati Gregorii Papae. Libros Homiliares plenarios II, et non plenarios II. In Ezechiel Libros VI et in uno ex his habetur Epistola Sancti Augustini de Caritate. Moralium in Job. Libros VII. Libros Regulae Pastoralis II Dialogorum Libros III. Librum Patern. I. Librum Philippi Presbiteri in Job. I.

Item de Beati Ambrosii Libris. Ad Gratianum Imperatorem Libellum fidei I. Officiorum Librum I. De divite avaro Librum I. In Luca Libros II. De Jejuniis Librum I. De singulis Capitulis veteris Testamenti Librum I. De Lapsu Virginum et de Virginitate Librum I in quo est Passio Sanctae Eulaliae. De Apologia David. Et de sacramentis. Seu et de Immortalitate Librum I. Librum in quo habetur fides Hier. Sermo de trinitate. Epistolae Gratiani Imperatoris ad Sanctum Ambrosium Libros IV eiusdum, et Sermo de Castitate et Pudicitia. Librum de Virginitate I. Expositionem I in Psalmo Centesimo decimo octavo. Lectionarios II Libellus parvus de Lapsu Virginum I. Item de Originis Libris. In Genesi Expositiones II. In Exodo Expositionem I. In Levitico Expositionem I. In uno volumine Homeliae continentur eiusdem in Jhesu Nave XXVI. In Libro Iudicum VIII. In primo Libro Regum Homelias VI. De Epiphania Homelias II. In Canticis Canticorum Libros II In Luca Librum Homeliarum I.

De Libris Cypriani ad Demetrianum Libros II. Item Cypriani ad Demetrianum De diligendo Deo Lib. I. Ad Quirinum libros II. De diversis Opusculis Librum I.

Item de Ysidori Libris. Expositum in Genesi I. De diebus et de Septimanis temporibus, et signis Libros II. Officiorum Libros V. Et in uno ex his continentur Epistolae diversorum, et Sinonima Ciceronis, et Gloss. Libros. Differentiarum III. Libros. Proemiorum II Libros, et Homologiorum IV. Libros senteniarum III. Librum de Ordine Creaturarum I. Chronica Ysidori Librum.

Item de Canonibus. Inter majores et minores habentur Libri Canonum XV et Libri Epistolarum Papae Leonis II. Item Librum Canonum I in quo habetur Ysidori de ordine rerum. Item de Libris diversorum Autorum. Librum Athanasii contra Apollinarem, in quo et alia continentur Opuscula. Libros Gregorii Nazareni Apollogeticos II. Librum eiusdem de Grandinibus I. Libros II Johannis Constantinopolitani in Epistola ad Hebraeos. Et de Psalmo quinquagesimo Librum I. Et alius Tractatus I. Libros Pauli Orosii IV. Item Johannis Osaurii de Cordis Compunctione et Reparatione et alia Opuscula. Libros Cassiani de Institutione Monachorum III. Et de Collationibus Patrum Librum I. Libros Sancti Columbani in Psalmos II. Libros Primasii in Apocalipsin II. Libros II. Celii Firmiani Lactantii de Opificio Dei, et unum de falsa Religione, in quo habentur dicta Sybillae. Librum Sancti Severiani I. Librum Decretale Gelasii I in quo habetur libellus Augustini de Haeresibus. Librum de Vitiis. Libros Institutionis divinae legis Tunilli ad Primasium II. Librum Rufini in Osee, Johel, et Amos. Librum I Vindicii Verecundi pri . . . . Prophetarum. Librum Effrem Diaconi. Libros Optati Episcopi contra Donatistas II. Et in uno ex his habetur Expositio Autorum in Apocalipsin et Ordo omnium Festivitatum. Librum Instructionis Nicetae Episcopi I. Librum Metodii Episcopi de Regno Gentium et novissimis temporibus I. Librum Effrem I in quo habentur Epistolae Fulgentii et Hieronymi. Librum Victorini unum in Apocalipsin, et in Epistolis Pauli Librum Fausti Episcopi de Praedestinatione Dei unum. Librum Caesarii I. Libros Homelarium Maximi Episcopi II. Librum Tertulliani I. Plinii Secundi Naturalis Historiae. Libros III. De Institutis antiquorum Regum I et Justiniani II. Libros Egesippi II Librum cuiusdam de gestis Gothorum I. Libros Samaragdi III. Libellum Cas-

siodori in psalmos parvulum I Librum Expositionis Claudlii Espiscopi Taurinensis in Epistola ad Corinthios. Formula honestae vitae cuiusdam Martini in qua et aliai habentur Opuscula. Libros Hieron . . Scotti Excerptos III. Librum Laurentii unum de duobus temporibus.

Item de Libris incertis. Libris Glossarum et Expositionum quorundam super Matheum VIII Librum Pandectarum I in quo est Expositio cuiusdam in Matheum. In Epistolis Pauli Expositionum. Libros IX breviter expositos in Psalmis III. Librum I Quaestionum cuiusdam in Veteri et novo Testamento, in quo habetur Epistola Hieronymi ad Edibiam et Asceticon, id est Instituta Sancti Basilii. Librum I cuiusdam de remediis peccatorum; in quo habentur Libri VI. Alchimii metrice conte . . . Libros IV. in quo habentur Homeliae quorundam de singulis Festivitatibus. Librum I eiusdem ad quendam Judaeum; et alia Opuscula.

Item de Vita et Passionibus Sanctorum. Libros de Vita Patrum . . . ex his habetur Vita Gutbercti. In alio Collationes Patrum Vita Pauli, Antonii, Hilarionis. Et de captivitate Malchi Monachi Librum I. Et in uno ex eis Vita Sanct Martini. Librum de vita Sancti Martini Librum de Vita Hilarionis et Sancti Germani. Librum de Vita Sancti Cipriani Martyris. Librum I de Vita Sancti Ambrosii. Librum de Vita Sancti Eustasii et Ambrosii. Libros de Actu Sancti Silverii quatuor. Libros de inventione Corporis Sancti Stephani quatuor. Librum I de Vita Sanct Simeonis; in quo habentur Arnulfi de Situ Hierusalem. Libri II de Vita Sancti Columban De Vita Sancti Galli Libros II. Librum de Vita Sanctae Ceciliae et Juliani Martyris unum. Libellum unum de Vita Sancti Marcelli. Librum de Vita Sancti Medardi unum. Libros de Passione Apostolorum Petri et Pauli I . . . Libros Passionum complurium Sanctorum II. Librum Regulae Sancti Columbani. Libros Regulae Basili duos. Librum unum, in quo habentur Lectiones Natalis Domini et de Epiphania et Lamentationes Jeremiae. Libros Legis Longobardorum duos. Librum unum Dionisii de Computo. Anatolii Theophili I Victorini V et alios Libros de Computo VI. Libros Glossarum VII. Libros Psalmorum II Libros Evangeliorum plenarios et non plenarios V. Librum Collectaneum I in quo diversa habentur Opuscula de Fratre Dominico, quem ipsi prestitimus. Libros Sergii de Grammatica duos, et in uno horum Adamantii Liber habetur. Libros Virgilii numero quatuor. Lucani Libros IV. Juvenalis duos; et in uno ex his habetur Martialis et Persius. In uno Volumine habemus Persium, Flaccum et Iuvenalem. Libros Claudiani Poetae quatuor; et in uno ex his Sedulii quaedam pars in capite, et alia Opuscula. Libros Ovidii Nasonis duos. Librum Lucretii I. Librum Dracontii I. Librum Ennodii Episcopi unum in quo et alia continentur Opuscula Libros Donati tres; et in uno ex his habentur. Sinonima Ciceronis. Libros Valerii Probi III. Libros Boetii III de arithmetica et alterum de Astronomia. Librum Marii Victoris de Rethorica. Libros Terentii II. Librum Honorati I. Libros Porphyrii II . . . et alterum de Isagogis. Librum Isidori de Vitiis I. Commentarium Hieronymi super Donatum. Librum Prudentii I. Librum I Paulini in laude Sancti Felicis. Librum I Demosthenis. Librum I Versuum Lucinti ad Sanctum Augustinum in quo sunt Versus Sybillae de Die Judicii. Libros Pompeji III sed non plenarios. Librum I de Versibus Apostolorum. Libros IV Categoriarum Aristotelis. Librum I in veteri Testamento conscriptum metrice; in quo continentur libri Alchimi et Catonis Libros II Capri et Acroëtii de Orthographia Libros Ouricis duos. Librum I Dosithei de Grammatica. Librum Iuvencii I. Librum Ausonii Poetae I in quo habentur Plinii Libri III. Librum Consentii I. Libros Sedulii IV. Libros Symphosii II. Librum Papirii de analogia I, Librum Flaviani de consensu nominum et verborum. Libros Prisciani minoris II. Libros Marii Grammatici



de centum Metris II et in uno ex his habentur Sergii de Litera libri II. Asterii Grammatici. Honorati de Ratione Metrorum et Expositio cuiusdam super Donatum; Expositio quoque Sancti Augustini super totas partes Orationis; Phocae etiam de Grammatica Libri III. Exercitaminum Prisciani Sophistae Librum unum. Libros Prisciani II Unum de figuris Numerorum alterum de Litera. Librum I de Sententiis Philosophorum, in quo sunt Libri Catonis, et Theophrasti de nuptiis Librum Sosipatris I in quo continetur Liber Differentiarum Plinii. Librum Donati super Virgilium unum. Libros Glossarum super Virgilium IX. Librum Mictologiarum Fulgentii I. Libros diversorum de Grammatica XX. Libros Septimi Sereni duos; unum de Iruralibus, alterum de Historia Trojana, in quo et habetur historia Daretis. Librum I Daretis de vastatione Trojae. Librum I de Epistolis Alexandri et Dindimi. Librum I de situ Jndiae Alexandri ad Aristotelem Magistrum. Librum I Cosmographiae De Historia Alexandri Magni Macedonis Librum unum. De diversis generibus Monstrorum Librum I. Librum I Ciceronis, in quo sunt Topica et Partitiones. Contra Catilinam Librum I. Generalium Sententiarum Librum I in quo Lucii Annai Senecae, Valerii Flacci Liber I. Aratoris Subdiaconi de Actibus Apostolorum Liber Metricus I. Phocae de Grammatica Librum unum.

Item de Libris, quos Dungalus praecipuus Scottorum obtulit beatissimo Columbano. In primis Librum Origenis in Genesi I. In Canticis Canticorum eiusdem Librum I in quo habetur Expositio Bedae in Esdra et Quaestiones Hieronymi in Genesi et de locis terrae repomissionis, et de Hebraicis Nominibus; Expositio quoque in Ecclestiasten, in Danihelem, et in Hiermiam. Librum Origenis in Epistola ad Romananos unum, in quo habetur Expositio Johannis Constantinopolitani in Epistola ad Hebraeos. Librum I Sancti Ambrosii in Luca; in quo est Expositio Bedae in eodem Librum Homeliarum Gregorii in Ezechiel I in quo habetur Expositio Hieronymi in in eodem. Librum cuiusdam in Epistolis Pauli, in quo continetur Expositio Hieronymi in Epistola ad Ephesios, ad Titum, ad Philimonem, ad Galathas, et Expositio cuiusdam in septem Epistolis Canonicis. Librum I Augustini super Johannem. Librum I Augustini de Trinitate. Eiusdem de Civitate Dei librum unum Librum I Hieronymi in Esaia. Eiusdem in minoribus Prophetis Librum unum. Epistolarum Hieronymi Librum unum. Librum I Eugeppii in quo continetur Liber Cassiodori Institutionum Divinarum Lectionum et Hieronymi Illustrium Virorum et Soliloquiorum Augustini et Expositio Albini in Genesim. Librum Bedae in Genesin unum, in quo est Albini super Johannem. Expositio I Bedae in septem Epistolis Canonicis. Librum Etymologiarum Isidori unum. Expositum cuiusdam breve in Johanne et Salomone. Librum Prudentii. Librum Fortunati unum, in quo est Paulinus, Arator Iuvencus et Cato. Librum Pompei I. Librum Joseppi Historiographi unum. Euangelium plenarium. Librum Enchiridion Sancti Hier . . . II. Psalterium I. Librum quendam Latine Scotaicae Linguae. Librum Dungali contra perversas Claudii Sententias unum. Librum Sancti Augustini de Musica.

In primis Lib . . . Sedulii ortographi Librum Psichomachiae Prudentii . . . quo contientur Consentii Lib . . Priscianus minor Lib . . . super Donati Lib. in . . cuiusdam super . . . De Consolatione . . Lib. de Injuria . . . Regula . . . pro peccatis . . . Lib. . . . Praefactione . . . Lib. . . . Glosis . . . Librum Quaestionum in Genesi. Librum Bedae de . . .

De Libris Benedicti Presbyteri. Brevis recordationis de libris venerabilis Benedicti . . . . primis. Librum Prisciani maiorem. Librum Virgilii unum. Sergii super eundem Virgilium . . . Priscianus minor. Beda de Metris, et alia habentur Opuscula . . . Librum I in quo versus Apostolorum, Donatus, Beda, et Alchoin



habentur . . . Librum Donati in quo et Tractatus habetur super eundum Donatum . . . . . . in quo Psichomachia Prudentii et Sancti Augustini habetur de . . . Iuvenci unum. Librum I Iunilii de Divina Lege. Librum de concordia Evangeli unum. Libros super Matheum II super Marcum I Super Lucam I super Johannem Libros II Canonum Alithgarii Episcopi Librum I. De Regula Sancti Benedicti. Missale plenarium. Librum Officiorum Isidori unum. Librum Epistolarum Paulinum et Librum Prognosticorum Juliani. Rufini de Vita Patrum Librum I. Missales parvos II. Victoris Librum Computi. Librum Omeliarum Johannis Chrisostemi de Evangeliis. Librum Ymnorum I in quo computum, et alius habetur. Librum I Collectaneorum. Hieronymus cum aliis diversis Operibus. Psalterium Einhard librum.

De Fratre Adalberto Psalterium unum. Antiphonarium plenarium unum. Canones, quos excerpsit Alithgarius Episcopus. Infantia Salvatoris.

Breve de libris Theodori Presbyteri. Missales IV Psalterium glosatum I. Homeliarum Gregorii et Bedae Liber I. Sinodorum Libri III. Johannis Crisostemi de reparatione Lapsorum et aliis sententiis Liber I. Super Daniel et in Apocalipsin et Epistola de Melchisedech de Prognostica Juliani Pomeri Liber Albini de Trinitate liber I Chronica Isidori Lib. I. De Vita Sancti Columbani Liber. De Vita Sancti Gutberti Liber. Diurnum Sancti Gregorii Liber. De Predicationibus Liber I. Regula Canonica Liber I. De Decimis et Expositione Missae Liber. Liber Cassiani unus. De Collatione AbbatisCheremonis. Regula Sancti Benedicti unus. Martyrologium Bedae I. Martyrologium Hieronymi. Et de Arithmetica; Macrobii. Dionisii, Anatolii, Victorii; Bedae Colmani, et Epistolae aliorum Sapientium. Liber I Eucherii de Quaestionibus veteris et novi Testamenti et de situ Hierusalem et Glosis Liber I. Boetii de consolatione Philosophiae et Catonis Liber. Prisciani maior Liber I. Liber Donati de majoribus et minoribus partibus et de Glosis super ipsum et Consentii unus. Liber I Ysidoris, Servii, Sergii, Maximi Victoris et Prisciani minoris. Bedae, Clementis, Euticis, et alia Opuscula. Liber item I Sedulii, Iuvencii, et Prosperi, ac Prudentii et aliorum Versificatorum Liber unus. De Rhetorica Karoli et Albini Magistri unus. De Dialectica Martiani, Augustini, Apulei et Isidori Liber I. Liber de Ordine Ecclesiae Omnes Libri Voluminibus XXXII.

Item de Libris Petri Presbyteri. Expositum Cassiodori Senatoris in Psalmis Libros III Regula Canonica Librum I. Libellos Canonum II Missalem I. Antiphonarium I Psalteria II Libellus Einhardi de Psalmis, in quo habentur Orationes, quae specialiter dicuntur, Enchiridion Augustini. Missale Collectarium I. Librum Pomerii in quo et alia habentur Opuscula.

Librum Sancti Augustini I de Magistro, in quo habentur eiusdam de Ordine et de Achademia et Vera Religione. Librum Canonum I. Librum Rabani in Genesi I. Librum PrognosticorumI. Librum Donati de partibus minoribus et majoribus in quo et alia habentur Opuscula. Librum Martiani de nuptiis Philologiae et Mercurii. Librum Euticis I Librum Ausonii I in quo Mictologia Fulgentii. Rhetorica Caroli et Albini et Periermiarum Apulei, et alia quaedam. Librum Prisciani minoris, in quo Caper et Agroecius et Alchoin habentur. Librum Prudentii plenarium I. Librum I Bedae in titulis Psalmorum. Librum Ciceronis de Senectute I in quo habetur Dialectica Augustini Expositio in somnio Scipionis, et Boetii de musica . . . . quas non reperimus . . . . Ezechiel et Daniel Librum I Epistolas Pauli et Acta Apostolorum, Apocalipsis, et Epistolae Canonicae Librum. Amphosii Librum I. De diversis generibus Monstrorum Librum I. Deca . . . Librum I et alios Libros. De Psalmis Lib. I. De mirabilibus gemmarum Librum I. De septem Quaestionibus



ad Dulcitium Librum. Admonitionum ad Reges et Potentes Librum I Expositionem in Lucham Librum I. Expositionum Ezechielis Librum I. De Psalmis Librum I. Prologus Regum. In Paralipomenon, in Eptateucho Librum I. Librum Quaestionum I. Librum I Sancti Hieronymi de Opusculis ipsius. Librum Epistolarum I. Cuiusdam de gestis Gothorum Librum I. Librum super Mattheum unum. De inventione Corporis Stephani Librum I. Epistolarum Exposition. Librum I. Expositione Psalmarum Librum I. Homeliarum tres.

De Libro Boniprandi. Infantiae Salvatoris Librum I et Librum Computi et Regulam Sancti Benedicti:

Ad Speluncam, Missalem I. Lectionarium I. AnthiphonariumI. Regula Sancti Benedicti una. Vita Patrum I. Homeliarum XXXX. Beati Gregorii unum. Homeliarum collectarum I. Expositionum super Johannem unum. Psalterium I.

Item de Libris Fratris Samaragdi. Liber Prisciani major I. Liber Augustini de Musica. Eiusdem de vera Religione. Liber Bedae de Metris. Quaedam pars de Arithmetica. Boetii Liber. Augustini de Magistro. Euangelium plenarium Soliloquiorum Augustini unum.

Item de Libris Fulgentii. Unum Librum Prisciani majoris de partibus orationis. Librum Boetii de Musica. Librum de ordine I. Librum de Academia I. Librum Mictologiarum Fulgentii. Librum Martiani de Nuptiis Philologiae et Mercurii et glosula in ipsum.

L. A. Muratorius hat auch festgestellt, wer jener Dungalus war, der dem Kloster zu Bobbio seine Bücher schenkte. Es gelang ihm nämlich ein Capitulare des Kaisers Lothar I ans Licht zu ziehen vom Jahre 823, worin der Kaiser um die Wissenschaften neu zu beleben, die Gründung von Schulen in Italien anordnet und jenen Schotten Dungalus zum Vorstand der bedeutendsten bestellt. Wir wissen aber auch, daß schon Karl der Große zwei schottische Mönche in seine Dienste nahm wegen ihres Rufes in den Wissenschaften. Den einen, Clemens, sandte er nach Gallien den andern nach Tessin. Hält man damit noch die Existenz eines Briefes vom Jahre 811 zusammen, das Antwortschreiben jenes Dungalus auf die Anfrage Karls des Großen bezüglich einer Sonnenfinsternis, die im vorhergehenden Jahre vom Abt Waldo zu Paris beobachtet worden war, so leuchtet Muratorius' Annahme ein, daß jener zweite nach Tessin gesandte Mönch unser von Kaiser Lothar genannter Dungalus war und schon bei Karl dem Großen in hohen Ehren stand.

Muratori schließt seine Publikation des Bibliothekskatalogs von Bobbio mit den Worten: „Gratiae quoque Dungalo, aliisque magnae Britianniae viris qui M Storum Codicum suppelectilem in Italia auxere. Neque Lectori latere volo, plerosque Bobiensis Bibliothecae Libros supra memoratos in Ambrosianam Mediolanensem translatos fuisse cura immortalis viri Friederici Boromaei, sanctae Romanae ecclesiae Cardinalis et Archiepiscopi

1) Veröffentlicht in D'Achery's „Specilegium veterum aliquot scriptorum, qui in Galliae Bibliothecis, maxime Benedictorum supersunt (13 Bde., Paris 1655—77) u. Jaffé, ep Carol 30.



Mediolanensis. Egregios sane Codices ex antiquitate, quorum utilitatem et ego sensi in Anecdotis Latinis luce donandis et quorum semper erit aliquis usus eruditionis Ecclesiasticae et Saecularis amatoribus; nam vel ipsis editis Libris quantum praesidii afferre possint veteres M Sti, neminem ignorare arbitror". Wir glauben, daß diese Worte heute noch auch einen Wiederabdruck der unterdessen schwerer zugänglich gewordenen ersten Publikation rechtfertigen; machen sie uns doch Hoffnung unter jenen alten Codices aus Bobbio vielleicht auch die verloren gegebene Astronomie des Boethius wieder zu erlangen.

Namenregister.

C.

D.



E.

F.

I. (J.)

K.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Z.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.



